

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ И.М Блянкинштейн
подпись
« ____ » _____ 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**Разработка модели прогнозирования потребности запасных частей и
материалов в системе профилактики**

23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и
комплексов

23.04.03.02 Профилактика, надежность и безопасность на транспорте

Научный руководитель	_____	профессор, д-р. техн. наук	Н.Ф. Булгаков
	подпись, дата		
Выпускник	_____		Талибов Д.Е
	подпись, дата		
Рецензент	_____	директор КАТ, канд. техн. наук	А.Г. Сорокин
	подпись, дата		

Красноярск 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Анализ научных и прикладных исследований по технологии профилактики ТС, проводимые в России и за рубежом.....	6
2 Техничко-экономическое исследование работоспособности системы профилактики.....	14
2.1 Технологии информационного обеспечения системы профилактики АТС.....	18
2.2 Разработка технической документации.....	21
2.3 Разработка алгоритма и программы для автоматизированного сбора, хранения и обработки информации.....	22
3 Анализ АВС оценки эффективности.....	27
3.1 Метод АВС.....	28
4 Методы оценки ремонтпригодности.....	29
4.1 Сбор статистического материала по отказам ДВС, тормозной системы и рулевого управления на автобусе МАЗ-103.....	32
5 Алгоритм и программа для расчета статистических показателей надежности: безотказности, долговечности и ремонтпригодности АТС....	37
5.1 Расчет показателей надежности	41
6 Формирование карты безотказности	63
6.1 Пример расчета системы профилактики как СМО.....	63
Заключение.....	68
Список использованных источников.....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ А Карты безотказности автобуса МАЗ-103.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Управление потоком запасных частей является нелегкой задачей. От своевременного обеспечения запасными частями напрямую зависит качество предлагаемого потребителям обслуживания.

Уровень сервиса во многом определяет конкурентоспособность предприятия.

Организация обслуживания является важнейшим инструментом в борьбе за рынок. Рассмотрим предприятие по ремонту и техническому обслуживанию автобусов: необходимость ремонта техники в большинстве случаев появляется неожиданно, и практически всегда это означает перерывы в работе. В этой связи очень важно стремиться к сокращению времени простоя автобусов. Дополнительные задержки могут стоить предприятию значительных потерь. Поэтому предприятие должно получать запасные части вовремя. Качественно спланированное снабжение запасными частями является обязательным также и для обеспечения бесперебойной работы самого предприятия, осуществляющего технический осмотр и ремонт. Зачастую руководство предприятия не уделяет должного внимания проблеме простоя, вызванного отсутствием запасных частей на складе на данный момент. Однако организация процесса поставки запасных частей является одним из факторов, определяющим эффективность услуг технического обслуживания. Рассчитать реальную стоимость потерь от простоев непросто, что приводит к неполноте информации об ущербе по причине дефицита конкретной запасной части. Таким образом, планирование расходов на будущие периоды основывается на неполных данных, что может привести, по принцип у «снежного кома», к реальной нехватке запасных частей и, как следствие, к простоям в обслуживании.

Для диссертационного исследования выбран комплекс материально-технического обеспечения запасными частями производственными участками по ТО и Р АТС в пассажирском автотранспортном предприятии №5.

Данное предприятие имеет в своем распоряжении ограниченные складские помещения, а реализация товарных ценностей носит стохастический характер. В связи со стохастическим характером проявления случайных событий – отказов элементов конструкции автобусов возникает проблема бесперебойной работы комплекса ТО и Р, особенно, из-за отсутствия запасных частей. Это объясняется тем, что до настоящего времени в предприятии отсутствует система учета и контроля запасных частей, а также система нормирования по показателям надежности и процесса восстановления. Вышеперечисленное влияет на продолжительность простоя АТС в неисправном состоянии, снижение уровня технической готовности и существенно влияет на стоимость ТО и Р.

Целью работы является повышение уровня технической готовности парка методами материально-технического обеспечения комплекса ТО и ремонта автобусов, то есть системы профилактики.

Профилактика – искусство прогнозирования потребности запасных частей по характеристикам надежности и процесса восстановления, параметрам диагностики, оптимизации и управления на расчетных интервалах технического ресурса АТС.

Задачи исследования:

- совершенствование технологии сбора информации по отказам автобусов для создания базы запасных частей автобусов.

- совершенствование модели расчета для оценки нормируемых показателей надежности: безотказности и долговечности.

- создать нормативно-технологическую карту потребности запасных частей системы профилактики по производственным участкам.

Предмет исследования. Для моделирования технологии профилактики, оптимизации характеристик надежности и управления системой профилактики в качестве объекта исследования определены двигатели Deutz, тормозная система и рулевое управление автобуса МАЗ-103.

Научная новизна заключается в следующем:

- на основе сбора, обработки информации в автоматизированном исполнении создана база данных статистических показателей надежности для нормирования и управления системой профилактики по отказам элементов двигателя Deutz, тормозной системы и рулевого управления автобусов МАЗ - 103;

- рассмотрена карта безотказности элементов автобуса, позволяющая по количественным характеристикам надежности прогнозировать ступени профилактики используя принцип равный долговечности замены элементов;

- разработана технология профилактики автобусов;

- создан технический паспорт профилактики, включающий нормативные количественные характеристики надежности, позволяющий оперативно управлять.

Для решения поставленных задач, с использованием системного подхода, разработана методика исследования. В которой каждый этап объединяет исследование комплекса вопросов, связанных с решением данной задачи в общей проблеме. На первом этапе, проводится анализ технологий, способов и методов обеспечения надежности техники в процессе эксплуатации, особенно о существующей системе ТО и ремонта АТС.

На втором этапе рассматривается теоретический подход к созданию многоуровневой технологии формирования ступеней профилактики.

На третьем этапе разрабатываются технологии информационного и нормативного обеспечения системы профилактики. Разрабатываются комплекс программ для ЭВМ по: формированию баз данных при эксплуатации АТС; оцениванию показателей надежности АТС: безотказности, долговечности и ремонтпригодности; формированию многоуровневой системы профилактики АТС, а также разрабатывается алгоритм расчета количества запасных частей.

Работу проведем в три этапа (рисунок 1):

Этап 1 – Актуальность, цель, задачи и проблемы		
Анализ НИР	Формулирование задач	
Этап 2 – Сбор данных		
Сбор статистических данных об отказах ДВС, РУ, ТС МАЗ	Обработка данных, формирование надежности элементов МАЗ-103	
Этап 3 – совершенствование модели прогнозирования запасных частей		
Определение нормативной периодичности замены элементов ДВС, РУ, ТС МАЗ-103	Разработка ступеней модели прогнозирования ДВС, РУ, ТС МАЗ- 103	Оптимизация системы профилактики как СМО

Рисунок 1 – Этапы проведения научно-исследовательской работы

1 Анализ научных и прикладных исследований по технологии профилактики ТС, проводимые в России и за рубежом

Известно, что управление материально-техническим обеспечением (МТО) системы профилактического обслуживания и ремонта автобусов связано с большими эксплуатационными затратами на поддержание работоспособного состояния автобусов.

Также известно, что отсутствие норм расхода запасных частей приводит к продолжительным простоям автобусов в подсистеме ТО и ремонта, наличию избыточного объема запаса для хранения, увеличению складских помещений, что приводит в целом систему в неуправляемое состояние. Снижается оборачиваемость средств, увеличивается уровень эксплуатационных затрат на хранение и обслуживание системы профилактики автобуса.

Исследованию данной проблемы посвящено множество оригинальных работ отечественных ученых: Ф.Н. Авдонькин, Г.В. Крамаренко, А.Г. Шейнин, В.А. Щетина, В.С. Лукинский и другие [2, 3, 9, 14, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 35, 41, 42, 46, 48, 49, 50, 52].

Рассмотрением вопросов совершенствования различных сторон управления запасами, занимались многие отечественные и зарубежные ученые и специалисты-практики. Среди представителей отечественной школы важное место занимают труды Б.А. Аникина, Г.Л. Бродецкого, А.М. Гаджинского, Р.А. Радионова, В.А. Сакович и др. [6, 10, 38]. За рубежом проблемами управления запасами и сопутствующими вопросами занимались Р. Боутеллир, М. Кристофер, М. Линдере, Х. Фирон, Дж. Хедли, Дж. Шрайбфедер [49, 51]. В создание математического аппарата управления запасами большой вклад внесли такие ученые, как Н.Ш. Кремер, Ю.М. Неруш, Ю.И. Рыжиков, Р. Стэнсфилд, М. Эддоус [19, 33, 36, 37] и др. Данными авторами предложено ряд методик и моделей, характеризующих управление отдельными сторонами системы запасов. Однако, для обеспечения эффективного управления складом запасных частей предприятий, обслуживающих и эксплуатирующих АТС, необходима модель управления, которая позволила бы системно охватить все стороны вопроса, связанного с управлением запасами, с учетом специфики данной отрасли производства, при этом, объединяющая в себе все существующие разработки.

Но большинство из этих исследований и разработок были выполнены в условиях планово-централизованной экономики. Несмотря на достигнутые результаты, при сегодняшней экономической ситуации в стране, требуется дальнейшее проведение исследований в данной области.

Вопросами управления запасами и спецификой складской деятельности станций технического обслуживания (СТО) автомобилей занимался Л.Б. Миротин. В его работах [30, 31, 32] предлагаются методы снабжения запасными частями СТО, в том числе автомобилей иностранного производства. Затрагиваются вопросы: экономичного размера заказа; анализа спроса на

запасные части, деление номенклатуры запасных частей на группы методом ABC и XYZ-анализов; принятие решений в условиях неравномерного спроса.

В своих работах В.В. Волгин [9] детально рассматривает особенности предоставления услуг по ремонту автотранспортной техники и снабжения запасными частями в условиях внутреннего и внешнего рынка с учетом информации и практики зарубежных производителей автомобилей, их дистрибьюторов и дилеров, специфики российского рынка, а также многолетнего опыта автора в торговле техникой и запасными частями на внешнем рынке. Он определил, что основной расход запасных частей за первый девятилетний период эксплуатации приходится на период между вторым и седьмым годами.

В работах [36, 37] известного ученого, стоящего у истоков отечественной школы теории управления запасами, Ю.И. Рыжикова, рассматривается проблема управления запасными частями с точки зрения теории массового обслуживания. В своих работах автор разработал ценные практические рекомендации по оптимизации сложных систем снабжения, снижению времени обслуживания, ликвидации избыточных запасов.

В исследованиях А.М. Шейнина [50] впервые приведено формализованное описание функционирования системы обеспечения запасными частями, уточняющее функции ее элементов и раскрывающее связи между ними. Разработан метод построения обратной связи в системе на основе прогнозов потребности в запасных частях с учетом решаемых задач и информационных возможностей отдельных элементов системы.

Коллектив авторов Щетина В.А., Лукинский В.С., Сергеев В.И. в своих исследованиях [24, 25, 26, 27] занимались вопросами развития новых подходов к управлению снабжением и сбытом запасных частей. Их работы посвящены совершенствованию методов планирования потребности в запасных частях и управления оборотным фондом запасных частей.

А.Г. Зарубин [14] разработал совокупность приемов и методов определения потребности в запасных частях, адаптированных к дилерской форме организации фирменного технического сервиса: метод экономического анализа, в том числе экономико-математический и экономико-статистический; метод сравнительного анализа, монографический и расчетно-аналитический методы, методы маркетинговых исследований. Так же им был предложен методологический подход к прогнозированию потребности в запасных частях с учетом экономических факторов, определяющих спрос на запасные части; разработана математическая модель определения потребности в запасных частях дилерских предприятий с учетом рыночного спроса; разработаны теоретические основы оптимизации номенклатуры запасных деталей, поставляемых на дилерские предприятия.

К одной из основополагающих работ в области управления запасами в зарубежной литературе можно отнести работу Дж. Хедли [49]. В ней автор структурировал систему управления запасами и представил в ней следующие, хорошо проработанные модели и методы: модели оперативного управления при

случайном спросе, в том числе в системе с периодическими проверками; динамические модели управления; модели управления запасами в течение одного периода; методы динамического программирования для анализа моделей установившегося состояния. Большое внимание уделено практическому использованию представленных моделей.

Вопросами управления складом запасных частей занимался и выдающийся ученый в области технической эксплуатации Е.С. Кузнецов. [21, 22]. Система материального-технического обеспечения автомобильного транспорта рассматривается им как часть системы технического обслуживания и ремонта с соответствующей спецификой управления.

Булгаков Н.Ф. [4] в работе решил крупную научную проблему проектирования многоступенчатой технологии профилактики АТС. Предложил теоретический подход к проектированию многоступенчатой технологии и управления системой профилактики АТС. Разработал логико-множественную адаптивную модель проектирования многоступенчатой технологии профилактики АТС (рисунок 2), формализованную по объектно-модульному принципу. Разработал информационные средства комплексного исследования эксплуатационной надежности и проектирования многоступенчатой технологии профилактики АТС.

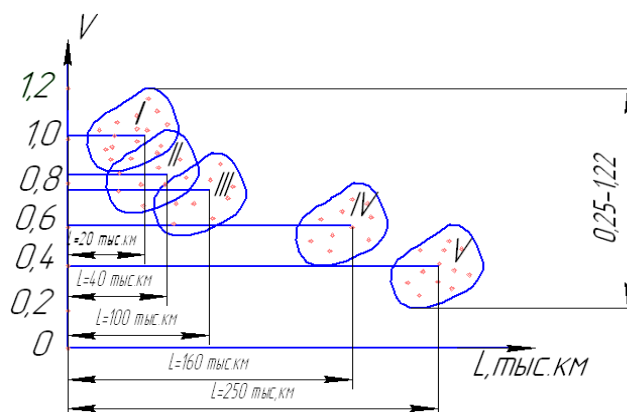


Рисунок 2 – Формирование групп текущего ремонта

Вопросами политики управления запасами занимался Ю.М. Неруш [33]. Его работа посвящена видам запасов и критериям их оптимизации, системам управления запасами и расчетам их параметров. Методами организации складских процессов с подробным описанием складских операций, системами управления запасами, а также методами нормирования и анализа состояния запасов занимались Н.А. Майзнер, М.Ю. Николаева [28].

В своей работе А.И. Ходина разработала «Методы определения потребностей запасных частей» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Метод определения потребностей

В своей работе [23] В.В. Кукушкин оценивал влияние системы управления запасными частями на показатели работы автотранспортных предприятий и постарался дать количественную оценку факторов, определяющих расход запасных частей; так же он предложил общую методику расчета запасных частей. Предлагаемый им метод расчета потребности в запасных частях основан на асимптотических соотношениях теории восстановления, предполагающий наличие больших выборок и предназначен для крупных автотранспортных предприятий с небольшой разномарочностью подвижного состава. Для предприятий с небольшим количеством автомобилей разработана методика, включающая моделирование потока отказов детали. Сущность методики сводится к оценке стабильности (однородности) результатов моделирования, что позволяет оценить точность расчета количества запасных частей для данной группы автомобилей и заданных условий эксплуатации или определить количество автомобилей, при котором достигается заданная точность расчета путем последовательного увеличения объема выборки. В настоящее время автомобильные дилеры не ведут статистику отказов, большинство автомобилей принадлежат частным владельцам и не привязаны к конкретному предприятию. Все это в полной мере относится и к магазинам продаж запасных частей. Поэтому метод на основе теории восстановления на практике сильно ограничен в использовании.

А.Н. Ременцов, В.А. Зенченко, П.Б. Фетисов исследовали математическую модель планирования в запасных частях и асимптотические зависимости. В общем виде, асимптотические зависимости $\Omega(L)$, $\Omega_B(L)$ и $\Omega_H(L)$ для рассматриваемых элементов АТС (рисунок 4).

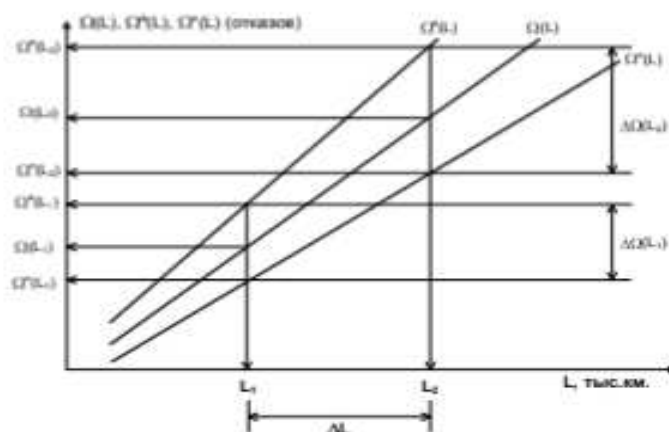


Рисунок 4 – Асимптотические зависимости для ведущей функции потока отказов и ее доверительных границ

Поскольку асимптотические зависимости справедливы для любых законов распределения наработок на отказы, то различия между $\Omega(L)$ определяются величиной коэффициентов вариации $v(L_1)$ и $v(L)$ и соотношением.

А.Г. Кардашев исследовал [17] повышение эффективности управления запасами ремонтного предприятия за счет создания автоматизированной системы управления, обеспечивающей оптимальное снабжение запасными частями при нестабильном спросе и ограничениях на объем хранимых запасов. Выполненный в работе анализ статистических данных спроса на запчасти на ремонтном предприятии показал аддитивную структуру потока заявок, состоящую из линейного тренда, сезонной компоненты и случайного пуассоновского процесса. Предложена система, осуществляющая компенсацию случайных возмущающих воздействий по спросу на запасные части и стабилизацию объема запаса на складе. На основе теории неантагонистических матричных игр в работе решается задача оптимального управления запасами склада при пуассоновском распределении спроса на запасные части, обеспечивающая гарантированный минимум непроизводственных затрат ремонтному предприятию. Предложено решающее правило выбора оптимальных стратегий управления запасами и алгоритм их адаптации к изменениям параметров пуассоновского распределения спроса на запасные части. Продолжением данных исследований стала разработанная автором теория не о простом пуассоновском распределении спроса на запасные части, а представлении спроса как функции смеси вероятностных распределений, что делает прогноз потребности в запасных частях более универсальным.

Факторы, влияющие на потребность станций технического обслуживания автомобилей в запасных частях (на примере Saab), а именно, сезонность спроса, возраст автомобильного парка и рыночная конъюнктура — так же исследовал А.В. Агафонов в работе [4]. Предложенная им методика определения потребности в запасных частях основана на определении оптимального размер заказа по критерию минимизации издержек на хранение запаса на основе формулы Вильсона является давно устаревшей. Учет упущенных продаж запасных частей базируется на реальных показателях потребности с учетом

вероятности приобретения деталей клиентом СТОА. А адаптированная им математическая модель прогнозирования потребности дилерской СТОА в запасных частях определяет номенклатуру деталей и их количество для более полного удовлетворения клиентов в ТО и ремонте автомобиля с первого предъявления. В большинстве случаев, на практике метод прогнозирования потребности в запасных частях, основанный на построении тренда, с учетом сезонных колебаний, даже с учетом упущенных продаж не обладает достаточной точностью, по причинам, указанным ниже.

А.С. Гришин внес свой вклад в работе [12] в разработку классификации факторов, влияющих на потребность предприятий автосервиса в запасных частях, оценку влияния данных факторов на потребность в запасных частях, разработку методических принципов выбора математических моделей для прогнозирования потребности в запасных частях. Особенности своей работы автор отметил возможность проведения расчетов с помощью стандартных пакетов прикладных компьютерных программ, и то, что комплекс построенных моделей прогнозирования включает в себя: регрессионную модель прогнозирования, адаптивную модель прогнозирования и модель прогнозирования на основе гармоник ряда Фурье, а также прогнозы, полученные с помощью построенных математических моделей. Результаты практических расчетов с использованием пакетов прикладных программ и их анализ показали, что MS Excel наиболее прост в применении и совместим с программным обеспечением предприятия. Он обеспечивает наиболее точный результат при проведении корреляционно-регрессионного анализа, а STADIA6.3 целесообразно использовать при комплексном анализе статистических данных о факторах, влияющих на потребность в запасных частях. MS Excel позволяет прогнозировать потребность лишь на основе корреляционно-регрессионного анализа, которого недостаточно в таком сложном случае, как управление складом запасных частей.

В диссертационной работе А.А. Плеханова [34] предлагается система комплексного краткосрочного адаптивного прогнозирования потребности в запасных частях и методика прогнозирования потребности в запасных частях на основе фактического расхода деталей, узлов, агрегатов за определенный временной интервал или по пробегу с учетом условий эксплуатации. Предложена автоматизированная информационная технология, реализующая эту методику. Предложены показатели выбытия деталей, узлов и агрегатов. Исследовано влияние некоторых факторов эксплуатации выбытие деталей, узлов и агрегатов с помощью регрессионно-корреляционного анализа и показана необходимость удельных и относительных показателей их выбытия. Усовершенствован графический метод определения номенклатуры запасных частей, лимитирующих надежность. Прогноз потребности в запасных частях, как и во многих вышеперечисленных работах, ограничивается корреляционно-регрессионным анализом.

В.М. Щёголевым в [53] проведена адаптация экономических категорий теории управления запасами с точки зрения интегрированного управления

материальными, информационными и финансовыми потоками, связывающими функциональные подсистемы предприятия; предложены критерии группировки производственных запасов по степени уникальности и актуальности для технологического процесса при выделении групп запасов; разработан механизм рационального управления производственными запасами, ориентированный на различные группы задач и функций управления запасами. По результатам диссертационного исследования были выявлены области и механизмы, позволяющие снизить величину запасов и затрат по их управлению, повысить эффективность различных элементов системы управления производственными запасами. Обоснованы показатели, характеризующие общую эффективность интегрированной цепочки поставок (рентабельность и уровень обслуживания), и адаптирована методика оценки эффективности управления производственными запасами, учитывающая элементы технологической цепочки поставок и уровень их затрат. Автором предложена методика управления неактуальными запасами, содержащая условия выявления неактуальных запасов, а также порядок их устранения. Наиболее приемлема данная методика только для управления запасными частями группы С по ABC-анализу.

А.А. Ивахненко [15] в своем диссертационном исследовании провел системный анализ методов аналитического и имитационного моделирования дилерских сетей, позволяющий классифицировать модели организации поставок, комплектующих и правил пополнения запасов. Рассмотрены вопросы имитационного моделирования технологических и производственных процессов в дилерской сети. Разработаны компоненты системы автоматизации управления поставками комплектующих в дилерской сети. Проведен статистический анализ интенсивности запросов по отдельным группам и категориям комплектующих, направленный на параметризацию аналитико-имитационной модели управления перемещением комплектующих, в результате которого показана возможность аппроксимации распределений равномерным и экспоненциальным распределением. Разработана имитационная модель реализации бизнес-процесса «Планирование, учет и контроль перемещения запчастей между центральным складом и участками, а также между участками», позволяющая оценить временные характеристики передвижения запчастей и комплектующих между отдельными предприятиями дилерской сети. Разработан программно-моделирующий комплекс оценки временных характеристик реализации бизнес-процессов движения комплектующих и оценки скорости сходимости алгоритмов оптимизации на имитационных моделях сетей массового обслуживания. Научную новизну работы составляют модели и методы управления процессами движения комплектующих в дилерской сети. Предложенная автором аналитико-имитационная модель управления перемещением комплектующих, с аппроксимацией распределений равномерным и экспоненциальным распределением не подходит для управления складом запасных частей в силу факторов, описанных ниже.

Лукинский В.С. [6] в своей работе показал, что в зависимости от пробега с начало эксплуатации увеличивается не только число отказов, но и трудовые

затраты и затраты, связанные с поддержанием автомобиля в работоспособном состоянии (рисунок 5). Одновременно происходит уменьшение коэффициентов технической готовности и выпуска, снижаются годовые пробеги и производительность.

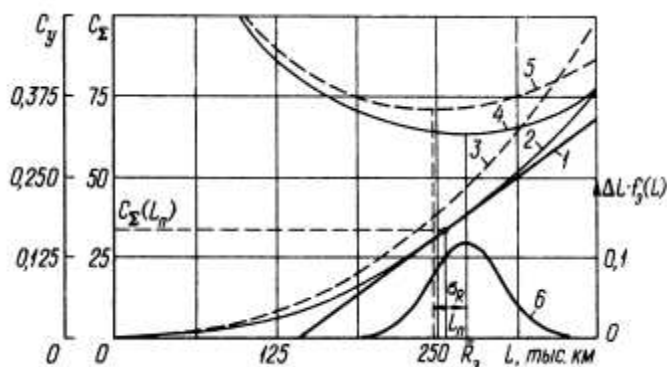


Рисунок 5 – Определение показателей ресурса агрегат до капитального ремонта по экономическому критерию

На основе анализа проведенных исследований отечественных и зарубежных работ мы видим, что в настоящее время сделан огромный шаг в развитии МТО запасных частей. Анализируемые работы представляют как научный, так и теоретический интерес и требует дальнейших исследований в области оценки закономерности проявления случайных событий в процессе эксплуатации автобусов, оценки характеристик надежности, долговечности, ремонтпригодности и процессе восстановления, создание технологии нормативного, информационного обеспечения, модернизации существующей стратегии профилактического обслуживания и ремонта.

2 Технико-экономическое исследование работоспособности системы профилактики

Оценка показателей надежности автотранспортных средств (АТС), в процессе их эксплуатации сложная и трудоемкая задача, требующая на автотранспортных предприятиях (АТП) развитых элементов информационного, нормативного и организационного обеспечения. На сегодняшний день АТП применяют техническую политику, предложенную еще в 90х годах [12] и рекомендации заводов изготовителей, которые не учитывают специфичности условий эксплуатации. Поддержание АТС в исправном и работоспособном состоянии для принятой системы обслуживания АТС в стране: 2х ступенчатой системы технического обслуживания, по которой применяются плановые работы ТО - 1 и ТО - 2, а текущий (аварийный) ремонт по потребности. Применяемая техническая политика использует усредненные (детерминированные) данные нормативных значений периодичности, трудоемкостей и номенклатуры работ. Предложенная система на автомобильном транспорте, еще в прошлом веке, предлагает выполнение ТО-1, ТО-2 и текущий ремонт (ТР) АТС по потребности, то есть в случайное время, в момент проявления внезапного отказа элементов деталей, узлов, агрегатов автобусов (рисунок 6). Как видно из рисунка, несмотря на плановое проведение ТО в процессе перевозки пассажиров на линии, проявляются внезапные (аварийные) отказы элементов автобуса, которые и обуславливают преждевременные сходы с линии, доставляя неудобства для пассажиров.

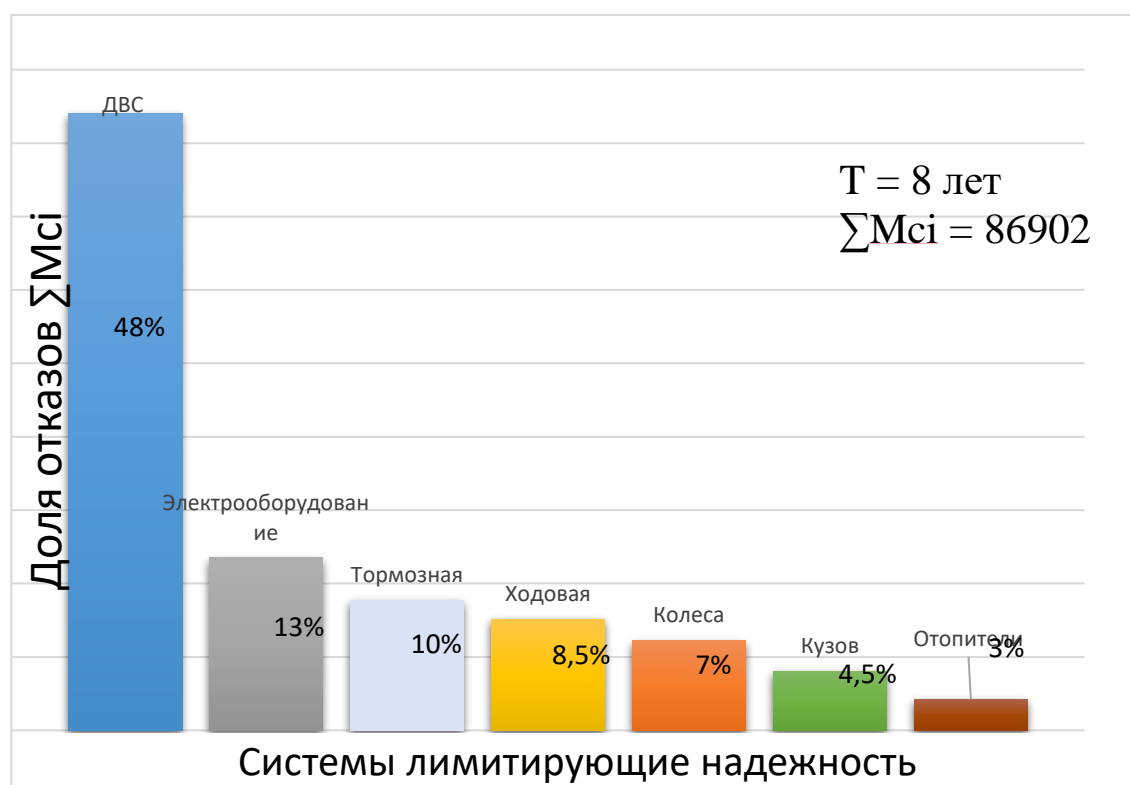


Рисунок 6 – Объем отказов автобуса МАЗ-103

В таблице 1 приведем данные о составе подвижного парка МП «КПАТП № 5» г. Красноярск.

Таблица 1 – Исходные данные для технологического расчёта

Параметр	Обозначение	Значение параметра
1 Типы (марки) транспортных средств	—	МАЗ 103 (автобус большого класса)
2 Списочный состав автомобильного парка.	Ас	МАЗ 103476: 93 шт.
3 Среднесуточный пробег автомобилей, км	l _{сс}	220
4 Количество рабочих дней в году	Д _{рг}	365
5 Количество рабочих дней зоны технического обслуживания в году	Д _{ргТО} Д _{ргТР}	305 365
6 Число рабочих смен в сутки	С	2
7 Продолжительность смены, ч	Т _{см}	8
8 Категория дорожных условий эксплуатации	—	3
9 Тип стоянки автотранспортных средств	—	Закрытая

Расчет произведен по 4 примерам периодичности:

1. По Положению и ОНТП 01-91
2. Рекомендации завода изготовителя
3. Принятый вариант 1 на предприятии
4. Принятый вариант 2 на предприятии

При заданных исходных данных (блок 1) рассчитывается периодичность обслуживания (блок 2), трудоемкость работ (блок 6) и параметры зоны обслуживания (блок 7). В предложенной модели текущий ремонт (ТР) ни как не прогнозируется, а при этом представляется как часть системы обслуживания (трудоемкость работ возможно рассчитать, а пробег ТР нет) (рисунок 7). На предложенную модель была разработана программа на ЭМВ и получено авторское свидетельство [13].

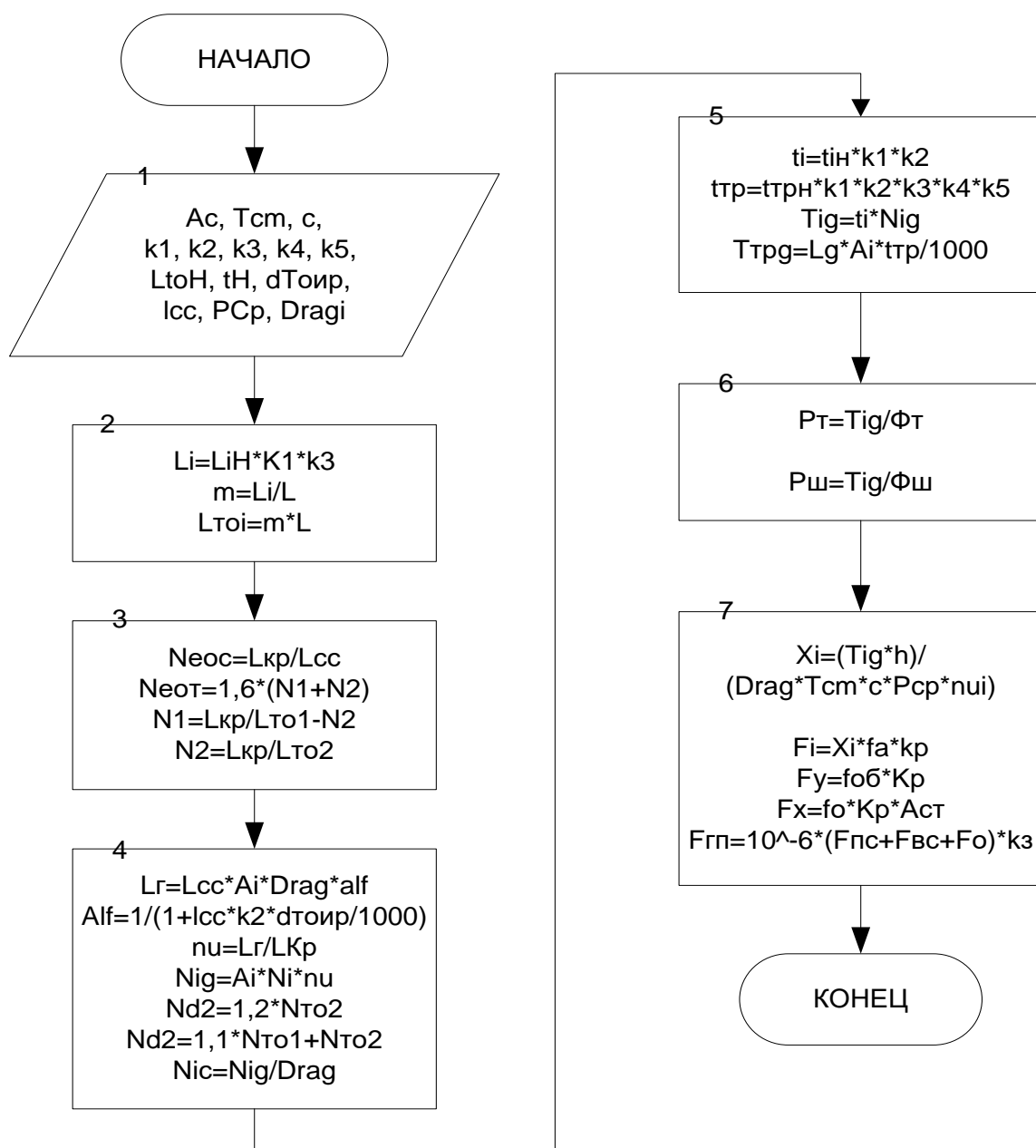


Рисунок 7 – Блок схема детерминированного технологического расчета

Таблица 2 – Показатели работоспособности существующей системы обслуживания АТС МП г.Красноярск КПАТП 5

Наименование показателя	Обозначение	Значение			
		По Положению и ОНТП 01-91	Рекомендации завода изготовителя	Принятая на предприятии 1	Принятая на предприятии 2
Списочное число АТС, ед.	A_c	93	93	93	93
Дней работы АТС в году, дн.	$Драб$	365	365	365	365
Коэффициент выпуска	α_b	0,85	0,85	0,85	0,85
Периодичность ТО-1, км.	LTO_1	5000	7500	12000	10000
Периодичность ТО-2, км.	LTO_2	20000	30000	36000	30000
Годовой пробег АТС, км.	L_c	73971	73800	74237,29	73946
Коэффициент технической готовности	α_t	0,92	0,92	0,92	0,92
Количество ТО-1 в год	N_{TO1}	1523	834	580	378
Количество ТО-2 в год	N_{TO2}	496	266	276	181
Количество ТР в год	N_{Ci}	???	???	???	???
Годовые объемы работ, чел.-ч.	T_i				
ТО-1	T_{TO-1}	20389	11165	7765	5181
ТО-2	T_{TO-2}	26560	14244	14887	9692
ТР	T_{TP}	60342	60321	60342	60521
Число постов обслуживания, ед.	X_i				
ТО-1	X_{TO-1}	4	2	2	2
ТО-2	X_{TO-2}	2	3	2	2
Д	X_D	1	1	1	1
ТР	X_{TP}	4	4	4	1
Затраты на обслуживания, руб.	C_i				
ТО-1	C_{TO-1}	6429500	2754500	1571500	1548000
ТО-2	C_{TO-2}	6996000	3396000	2364000	2172000
	$\Sigma \text{СПНТО}$	13425500	6150500	3935500	3720000

Окончание таблицы 2

ТР	$C_{ТР}$	9068500	9047500	9100980	9091600
Поддержание надежности	$\Sigma C_{ПН}$	22494000	15198000	13036480	12057430

Как видно из представленных расчетов, таблица 2, отсутствует методика определения количества текущих (аварийных) ремонтов АТС, не учитываются капитальные ремонты, однако работы по ним предполагаются. Также изменение периодичности плановых работ ТО-1 и ТО-2, не влияют на объем текущих работ и затраты на него $C_{ТР} \sim 9$ млн. руб.. Можно сделать вывод, что существующая методика технологического расчета функционирования системы ТО и ремонта рассчитаны на идеальные условия.

2.1 Технологии информационного обеспечения системы профилактики АТС

Эффективное управление организациями и системами немыслимо без использования информации. Такая ситуация предопределяется тем, что управление в своей сущности есть подготовка, принятие и осуществление цепи последовательных решений управляющей системой на основе информации, отражающей состояние управляемого объекта и окружающей среды, а также степень исполнения (или невыполнения) принятых управленческих решений. Под информацией обычно понимают процесс передачи сообщений между передающей и принимающей системами, что ведет к изменению разнообразия состояния последней.

Информация — это сведения о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах независимо от формы их представления. Информация используется как ресурс для исполнения служебных функций, а также как средство служебных коммуникаций, поскольку последние осуществляются в процессе передачи различных сведений. Релевантную информацию получают путем поиска и "процеживания" доступных источников. Обработанные, но не использованные данные, из которых извлекли релевантную составляющую, называют информационным шумом. Очистка от "шума" — одна из важнейших задач отдела информационного обслуживания. Информация и коммуникации вместе со средствами связи и программно-техническим обеспечением составляют инфраструктуру управления, т. е. каналы и способы поддержания процессов управления. Информация уменьшает степень неопределенности и неполноту знаний, позволяет принимать обоснованные решения. Информация распространяется импульсами, в виде отдельных "квантов" сообщений, передача которых может осуществляться в устной форме или посредством материальных носителей: бумажных, магнитных, электронных. Информационные сообщения могут быть директивными и обеспечивающими функционирование.

Документированные сообщения, как правило, имеют формат официально установленных реквизитов, недokumentированные — произвольную форму. Директивная информация предназначена для уведомления о том, кому, что и в какие сроки нужно выполнить; обеспечивающая информация содержит сведения нормативного характера о правилах поведения, порядке исполнения функций и операций, а также данные, расширяющие профессиональные знания персонала. Кроме того, существует смешанный вид сообщений, объединяющий директивные и обеспечивающие сведения.

Передача информации о положении и деятельности производства на высший уровень управления и взаимный обмен информацией между всеми взаимосвязанными подразделениями предприятия осуществляются на базе современной электронно-вычислительной техники и других технических средств связи. При этом различные информационно-технические новшества следует воспринимать как средство сокращения и удешевления аппарата управления производства.

Значительная часть информации на предприятии подлежит сбору, хранению, передаче, переработке и доведению до пользователей, остальная часть информации поступает извне или вырабатывается внутри производства. Т.е. можно говорить о процессах циркуляции и переработке информации (информационных процессах).

Информационная технология базируется и зависит от технического, программного, информационного, методического и организационного обеспечения. Техническое обеспечение — это персональный компьютер, оргтехника, линии связи, оборудование сетей. Программное обеспечение, находящееся в прямой зависимости от технического и информационного обеспечения, реализует функции накопления, обработки, анализа, хранения, интерфейса с компьютером. Информационное обеспечение — совокупность данных, представленных в определенной форме для компьютерной обработки. Организационное и методическое обеспечение представляют собой комплекс мероприятий, направленных на функционирование компьютера и программного обеспечения для получения искомого результата.

Информационное обеспечение системы ТО и ремонта (профилактики) АТС на АТП представляет совокупность документов для принятия управленческого решения. Руководители и сотрудники предприятия, используя доступные данные, должны за определенное время определить состояние АТС и его агрегатах, системах и основываясь на прошлых данных по АТС принять решение об уровне “глубины” обслуживания. При этом, на сегодняшний день, значительная часть технической документации на АТП ведется и заполняется еще в бумажной форме, что значительно влияет на процесс получения информации, а последующий анализ является почти невозможным или требует значительных человеческих и временных ресурсов.

Модель информационного обеспечения АТП представлена на рисунке 8. Оператор контрольно-пропускного пункта (КПП) на основании полученного плана-отчета ТО (технического обслуживания) предупреждает водителя перед

выездом на линию о запланированном плановом ТО и после возвращает АТС в парк или направляет на мойку, если этого требует технологический процесс ТО (обычно перед ТО-2 и диагностикой). С началом работы водитель-перегонщик доставляет АТС на рабочие посты (каналы обслуживания) для выполнения работ в соответствии с принятой технологией ТО. В процессе проведения работ ТО начальник смены заполняет диагностическую карту, листок плановых видов обслуживаний, заявочный лист и по окончании работ делает отметку в плане-отчете ТО и ставит подпись в документах, при некоторых видах обслуживания свою подпись должен поставить и сам водитель.

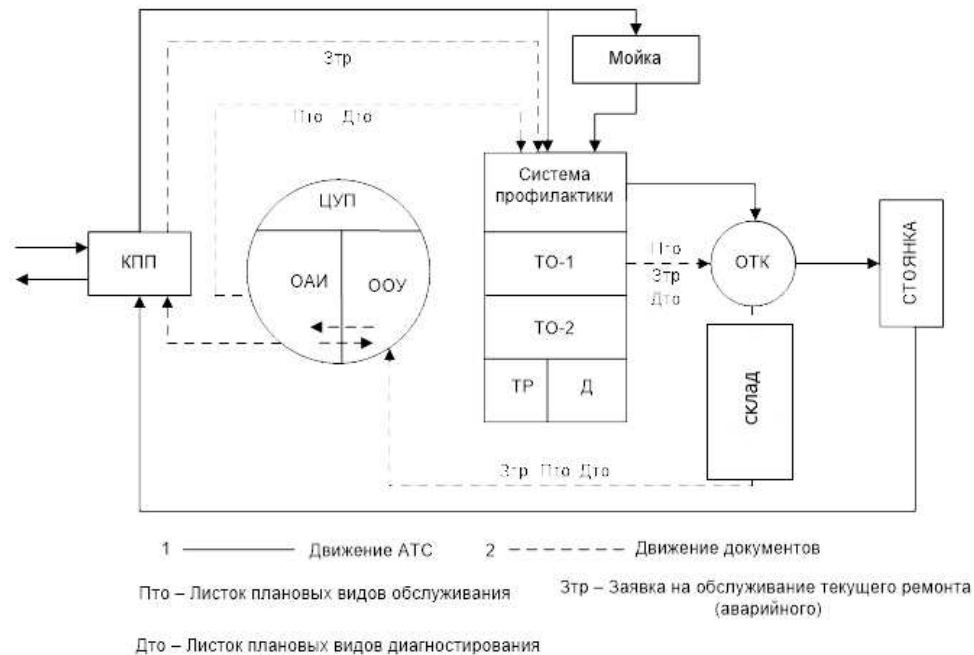


Рисунок 8 – Модель системы информационного обеспечения АТП

Сотрудник отдела технического контроля (ОТК) проводит выборочный контроль полноты и качества выполнения работ, подписывает диагностическую карту, листок плановых видов обслуживаний или заявочный лист. Если в процессе выполнения плановых работ ТО или, что чаще всего, работ по диагностики выявляются неисправности, устранение которых не предусмотрено технологией ТО и утвержденным перечнем сопутствующих работ (для их выполнения требуется более 5-10 чел-мин), то начальником смены выписывается заявочный листок и передается в отдел оперативного управления (ООУ) центра управления производством (ЦУП).

Оператор ООУ вносит заявку в свой оперативный сменный план, дает указание водителю-перегонщику доставить АТС после окончания плановых работ ТО на рабочий пост зоны текущего ремонта (ТР) и принимает меры к организации технологической подготовки указанных в заявочном листке работ. Специализированной бригаде комплекса ТР дается задание на выполнение работ, как правило, в межсменное время, с тем чтобы утром АТС был готов к выходу на линию. В конце смены начальник смены ТО передает весь комплект

заполненных и подписанных документов (план-отчет ТО, диагностические карты, заявочные листки) в отдел анализа информации (ОАИ) для их обработки и анализа.

Исследования показывают, что существующая модель информационного обеспечения на АТП реализуется не в полной мере, так, например, функции ЦУП выполняет производственно-технический отдел (ПТО), а функции ОТК – начальник смены или механик КПП. Заполненные начальником смены документы направляются в ПТО, где их сортируют и хранят, процесс обработки информации не реализуется т.к. требует значительных затрат временных и трудовых ресурсов. Получение данных о прошлых выполненных работах достаточно сложен и почти не реализуется. Также трудоемко определить номенклатуру выполняемых работ и заменяемых элементов с установленным регламентом. Поэтому совершенствование технологии информационного обеспечения в автоматизированном исполнении одно из актуальных направлений для АТП.

2.2 Разработка технической документации

В системы профилактики действуют следующие документы: диагностическая карта, листок плановых видов обслуживания и заявочный лист. Содержащаяся информация и процесс заполнения документов почти одинаков, рассмотрим более подробнее заявочный лист (рисунок 9). Он содержит: время поступления заявки, тип ТС, водитель, показания спидометра, выполненные работы, использованные запасные части, время выполнения работ и др.

52

Заявочно-ремонтный лист № 1

Автобус МАЗ-103 Дата выдачи 26.08.2010г. Время начала работ 20.30 мин
 Гос. № 069 Показание спидометра 10940 Дата начала работ 26.08.2010г. Время окончания работ 01.10 мин
 Ф. И. О. водителя Иванов Коммерческий или муниципальный (нужное подчеркнуть) Муниципальный Дата окончания работ 26.08.2010г.
 Заявленный ремонт 1. Протянуть болты крепления
2. Ремонт окр. механизмов
 Фактический ремонт:

№	Наименование работ	Ф. И. О. исполнителя
1.	Протяжка болтов крепления БВС (визуально)	Иванов А.А.
2.	Ремонт окр. механизмов (визуально)	Чернышова

Используемые ТМЦ:

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1.	ОХ	1	2

Автобус сдал: Иванов А.А. Автобус принял: Иванов А.А.
 Ф. И. О., должность, дата: 26.08.10 Ф. И. О., должность, дата: 26.08.10

Рисунок 9 – Заявочный листок

Создание заявочного листка (ЗЛ) возможно в 2х точка предприятия: 1 – при заезде АТС на КПП АТП, и 2 – при выполнении работ, напр. плановых, где необходимо выполнить дополнительный перечень. Как видно из рисунка, последующий анализ заявок усложняется тем, что прочитать написанное оператором КПП или начальником смены довольно сложно.

Развитием заявочного листка является разработанный д.т.н., проф. Н.Ф. Булгаковым документ – Листок учета технических воздействий (ЛУТВ), функционирующий в системе профилактики АТС (рисунок 10).

Листок учёта технических воздействий

№ Маршрута 22

Дата и время отказа 14.04.88: 13ч15мин

Гаражный № автобуса 1135

№ п/п	Внешнее проявление неисправности	Диагностика отказа (код)		Пробег автобуса км	Участок технического воздействия (код)	Вид технического воздействия (код)
		элемент	Характер			
1	2	3	4	5	8	7
	Радиатор подтекание охлаждающей жидкости	1301	251	52634	10	31

Мастер отк _____
(ф.и.о.)

Водитель _____
(ф.и.о.)

Выполнение работ

Оборотная сторона листка
Дата: 14.04.88

№ п/п	Содержание работ	Вид работы (код)	Исполнитель (код бригады)	Нормируемая трудоемкость-ч/с	Трудовые затраты	Фактическая продолжительность работ	
						Начало	Концы
8	9	10	11	12	13	14	15
	Замена радиатора	11301	65	8	7.2	14.25	16.30
Итого:							

Выдача запасных частей и материалов

№ п/п	Названия выданных запасных частей и материалов	Количество	Код	Вид	Цена руб.
16	17	18	19	20	21
	Радиатор	1	1301	3	31

Диспечер ЦУП _____

Мастер уч-ка _____

Контролер ОТК _____

Рисунок 10 – Листок учета технических воздействий

По сравнению с заявочным листком в ЛУТВ применяется система кодирования информации, он дополнен графами предоставляющие более полную информацию, применяются экономические показатели. Поэтому за основу проектирования нового документа можно принять ЛУТВ и заявочный лист.

2.3 Разработка алгоритма и программы для автоматизированного сбора, хранения и обработки информации

Для совершенствования технологии информационного обеспечения предлагается алгоритм сбора, хранения и обработки информации на АТП (рисунок 11).

Процесс сбора данных осуществляется на автоматизированных рабочих местах (АРМ) подключенных к серверу на АТП. Для сбора, хранения и обработки информации предлагается алгоритм программа, установленной на

сервере, которая работает и может редактировать базы данных информации об эксплуатации АТС.

Базы данных создаются, заполняются и редактируются оператором на основе действующих на предприятии технических документов об эксплуатации, а это заявочный листок, диагностическая карта и др.

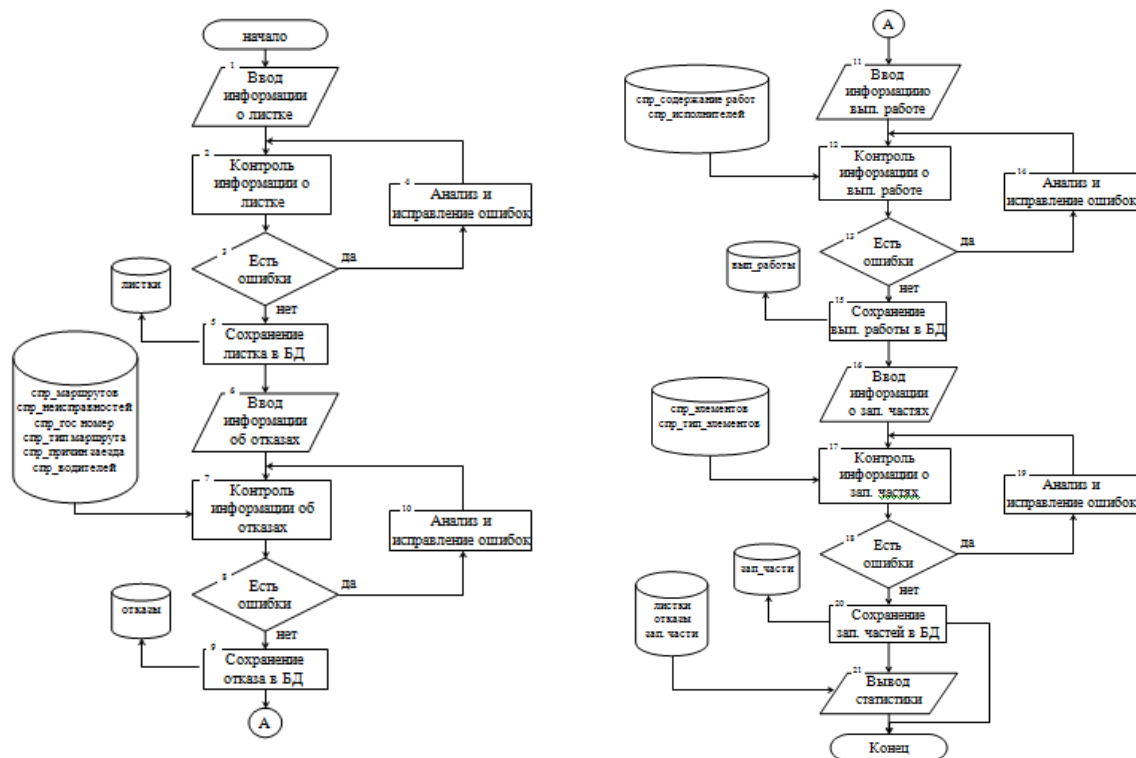


Рисунок 11– Алгоритм сбора данных системы профилактики АТС

Заявочный листок содержит: дату начала работ, гос. номер АТС, пробег, причину заезда, выполненные работы, исполнители, использованные товароматериальные ценности (ТМЦ).

Для реализации предлагаемого алгоритма сбора информации предлагается разработать программу для ЭВМ на языке программирования Delphi (рисунок 12). При этом предусмотрено использование программного продукта на различных уровнях управления, так, например, начальника смены АТП будет интересовать информация об эксплуатации АТС, его история выполненных работах, начальника производства – статистика заездов, использования определенных ТМЦ за период, начальника производства суммарные затраты на поддержание уровня надежности эксплуатируемых АТС, т.е. необходимо развить функции обработки информации.

Для более быстрой работы с базой данных в программе используется структурированный язык запросов (SQL).

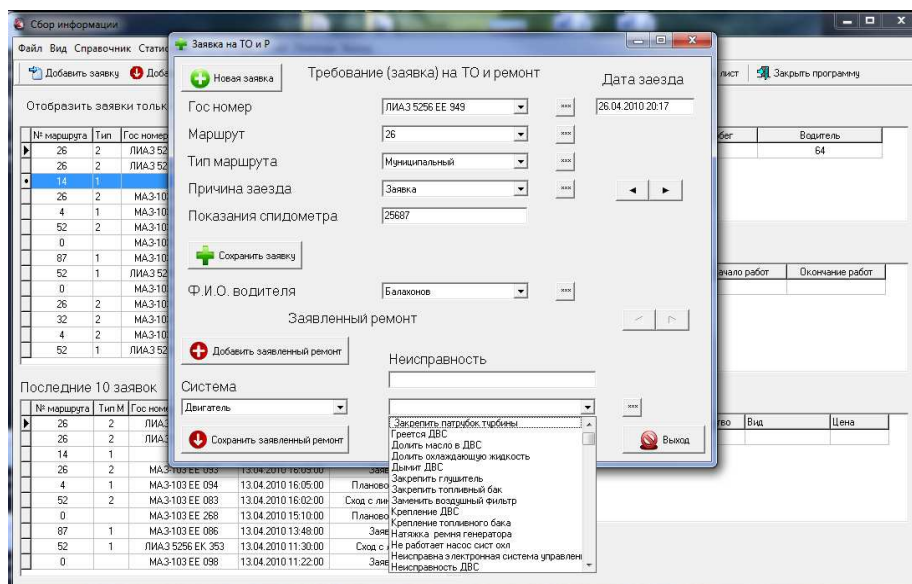


Рисунок 12 – Интерфейс программы сбора, хранения и обработки информации

Разработанная программа сбора данных актуальна не только как программа работа с базой данных и хранения множества информации, но и за счет разработанных дополнительных модулей и алгоритмов, позволяющие мгновенно получать (отбирать) часть данных с учетом заданных критериев, формировать из генеральной совокупности множества данных выборку на отказ элементов АТС. Также дополнительные модули могут содержать элементарные расчеты, если информация представлена в виде числового типа.

Получаемая информация из баз данных будет служить для оценки действующей системе профилактики АТС и разработке дополнительных ступеней (уровней) профилактики АТС.

Получаемая информация из баз данных будет служить для оценки действующей системе профилактики АТС и разработке дополнительных ступеней (уровней) профилактики АТС (рисунок 13).

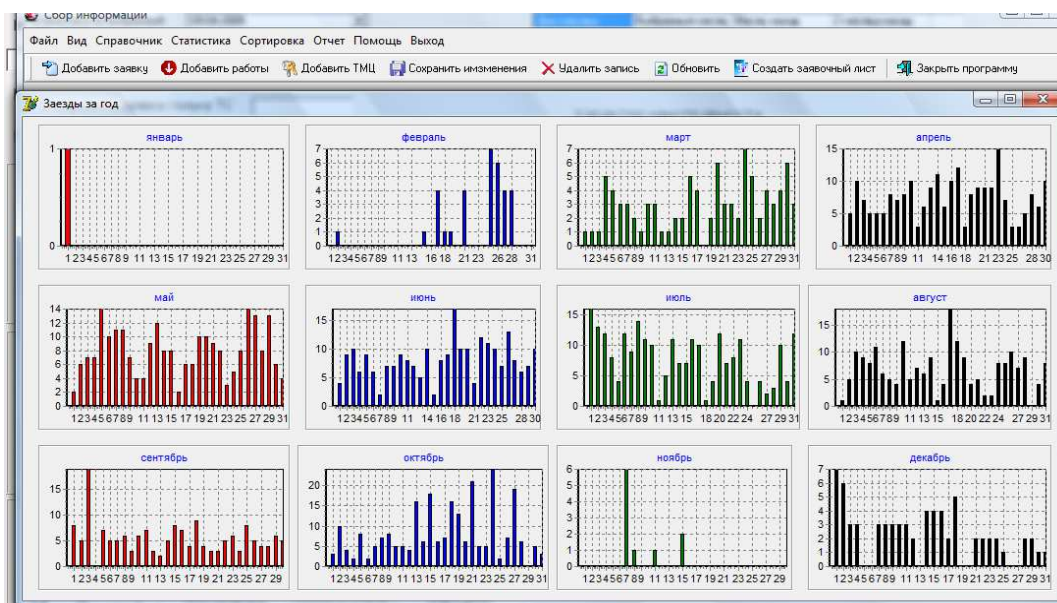


Рисунок 13 – Пример запроса статистики программы

Реализуемый алгоритм и программа сбора данных актуальна не только как программа работа с базой данных и хранения множества информации, но и за счет разработанных дополнительных инструментов (модулей) и алгоритмов, позволяющих мгновенно получать (отбирать) часть данных с учетом заданных критериев, формировать из генеральной совокупности множества данных выборку на отказ элементов АТС. Также дополнительные модули могут содержать элементарные расчеты, если информация представлена в виде числового типа (рисунок 14)

Получаемая информация из баз данных будет служить исходной для оценки действующей системы профилактики АТС и разработке дополнительных ступеней (уровней) профилактики АТС.

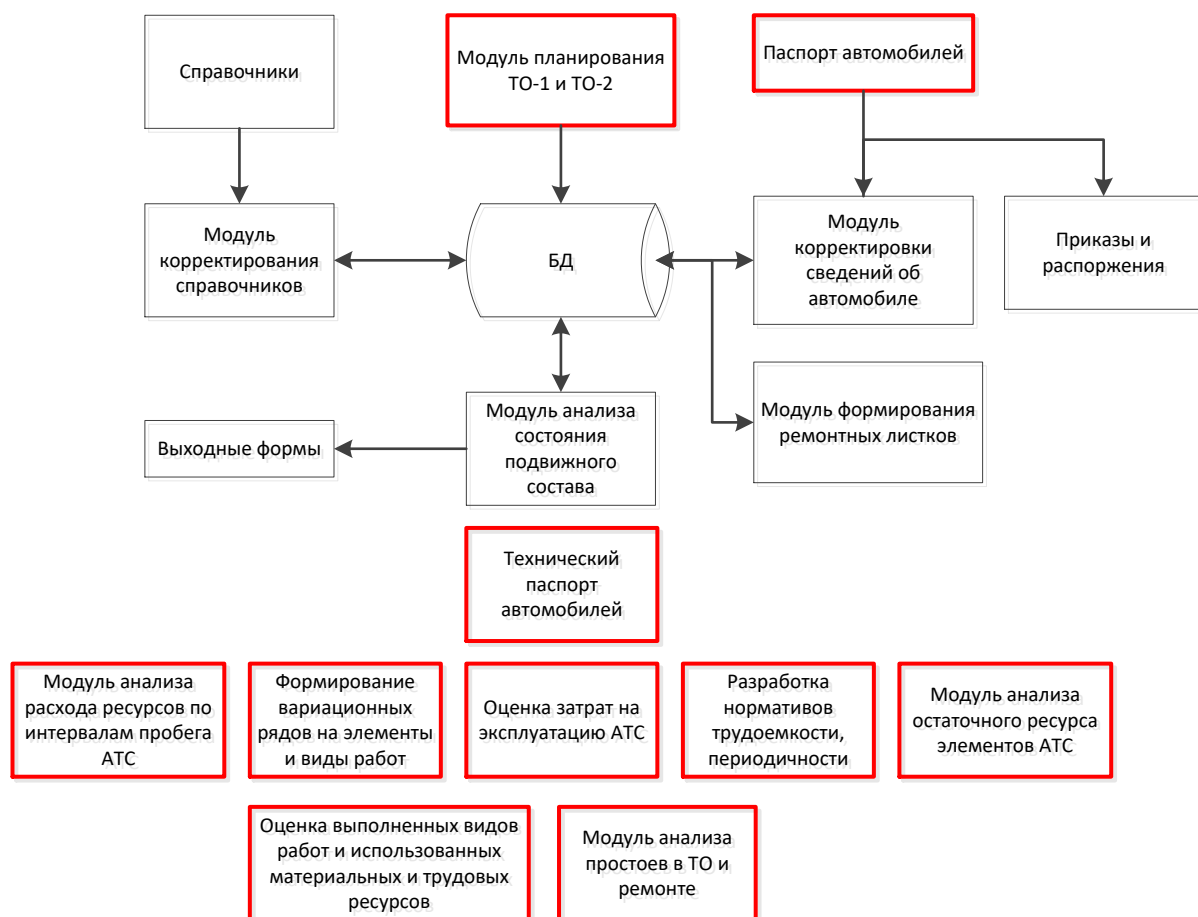


Рисунок 14 – Функции, реализуемые в информационной системе с помощью базы данных АТП модули формирования групп запасных частей на складе

3 Анализ ABC оценки эффективности

Основным инструментом классификации запасов уже много лет является ABC-анализ, основанный на, так называемом, принципе Парето. Один из наиболее распространенных способов оценки эффективности какой-либо деятельности. Его суть заключается в том, что 20% усилий дают 80% результата, а остальные 80% усилий реализуют лишь 20%. Таким образом, можно понять, что, выбрав те оптимальные ресурсы, которые дают наибольший эффект, можно достичь высоких результатов малыми издержками. В то же время последующие усилия будут ненужными и неэффективными. ABC-классификация включает 3 и более группы.

ABC-анализ используется для дифференциации ТМЦ по различным показателям, чаще всего по величине спроса.

Существует множество методов выделения групп А, В и С, наиболее распространенные из них:

- 1) аналитический метод;
- 2) дифференциальный метод;
- 3) метод касательных;
- 4) метод петли;
- 5) метод суммы;
- 6) эмпирический.

Анализ запасов не ограничивается ABC-анализом, за ним следует XYZ-анализ. После его проведения составляется итоговая матрица, которая позволяет оптимальным образом сгруппировать запасы на складе.

Метод XYZ является дополнением к классификации номенклатуры запасов методом ABC, единственной характеристикой которого является скорость потребления. Скорость потребления оценивается через коэффициент вариации статистического или динамического ряда.

Метод XYZ предусматривает деление запасов на три номенклатурные группы в зависимости от «степени равномерности спроса и точности прогнозирования».

Метод XYZ-анализа имеет сходство с ABC-анализом в том, что основывается на том же принципе — товары подразделяются на три группы X, Y, Z.

ABC-анализ показывает вклад каждой позиции номенклатуры в результат склада, а XYZ анализ показывает стабильность спроса на конкретную позицию ТМЦ. Чем стабильнее спрос, тем легче им управлять и тем ниже потребность в страховых запасах.

Для получения количественной оценки характеристики потребности можно воспользоваться статистическим рядом продаж. Показателем, описывающим стабильность потребления запасов, является коэффициент вариации v , представляющий собой отношение значения среднеквадратического отклонения ряда продаж к среднеарифметическому значению.

При этом, чем больше значений, тем лучше определяется закономерность. Но слишком большая выборка дает излишне большой вклад закономерности,

акцентируя именно линию тренда, а не на изменении вокруг среднего. Следовательно, требуется подбирать оптимальное значение n .

По результатам ABC- и XYZ-анализов, составляется итоговая матрица. Размер минимального запаса, который необходимо иметь на складе, уменьшается от группы А к группе С и от группы Z к группе Х.

Использование совмещенного ABC и XYZ-анализов имеет ряд значительных преимуществ, к которым можно отнести следующие:

- повышение эффективности системы управления товарными ресурсами;
- выявление ключевых товаров и причин, влияющих на количество товаров, хранящихся на складе;
- перераспределение усилий персонала в зависимости от квалификации и имеющегося опыта.

Прогнозирование хранимого запаса носит рекомендательный характер, потому что не учитываются показатели надежности элементов и ее изменение при заказах у поставщиков.

3.1 Метод ABC

Хранить все выпускаемые в качестве запасных частей детали у дилера нерационально. Это приведет к значительному увеличению запасов, росту складских площадей и, самое главное, к неэффективному использованию запасов – большая их часть останется лежать «мертвым грузом». С другой стороны, поскольку отказы носят случайный характер, то теоретически в любой момент может понадобиться любая из запасных частей.

Под номенклатурой запасных частей понимается перечень наименований элементов автомобиля, составленных в определенной последовательности в соответствии с технической документацией предприятий-изготовителей.

Определение номенклатуры запасных частей и объемов хранения на складах разного уровня осуществляется различными методами. В основу наиболее распространенного положено деление всей номенклатуры запасных частей для каждой модели автомобиля по частоте спроса на группы А, В и С. Согласно данному методу вся номенклатура деталей конкретной модели автомобиля (с точки зрения спроса на них) делится на группы А, В, С: первая группа А – детали высокого спроса, В – среднего и С – детали редкого спроса.

Метод ABC – способ формирования и контроля за состоянием запасов, заключающийся в разделении номенклатуры N реализуемых товарно-материальных ценностей на три не равномоощных подмножества А, В и С.

Номенклатуру групп А, В, С можно определить с использованием графического и аналитического способов расчетов. Графический способ расчета прост в использовании, но имеет значительную погрешность.

В данной дипломной работе будет использован аналитический метод расчета.

4 Методы оценки ремонтпригодности

Для оценки ремонтпригодности необходимо собрать экспериментальные данные: количество отказов и трудоемкость основных операций ремонта. В выборку включают определенное количество автомобилей одной марки и модификации, желательно одной партии выпуска с момента ввода их в эксплуатацию до капитального ремонта. На этапе обработки данные группируются по интервалам пробега, трудоемкости и по элементам, то есть по трем измерениям. Длина интервалов подбирается таким образом, чтобы обеспечивалась эффективность получаемых оценок показателей ремонтпригодности. Например, при исследованиях, проводимые совместно с НАМИ, длина интервала пробега принята равной 10 тыс. км, а трудоемкости – 0,5 чел.-ч.

В таблице 13 приводится расчет средней трудоемкости по интервалам наработки функции параметра потока отказа как по элементам, так и в целом по АТС. Как видно из таблице 14 наибольшая частота приходится на отказы элементов, устраняемые с малой трудоемкостью, $\tau = 0,5-1,5$ чел.-ч, 70,2%; средней трудоемкости, $\tau = 1,5-3,5$ чел.-ч., 23,7%; большой трудоемкости, $\tau \geq 3,5$ чел.-ч, 6,1%

Таблица 3 – Распределение средней трудоемкости устранения отказов агрегатов АТС

№	Наименование агрегата, узла, механизма	ω(1)		Интервалы трудоемкости, чел.-ч.												%
		отказ тыс.км	%	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5-6.0	6.5	7.0	7.5	8.5	15.5	
1	Двигатель	0.318	11.7	-	-	37	37.6	5	-	6	-	-	-	2.7	10.9	100
2	Сцепление	0.083	9.5	24.4	-	-	-	-	-	-	-	6.5	69.1	-	-	100
3	Коробка передач	0.078	6.5	31.0	13	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-	100
4	Вал карданный	0.085	8.5	59.8	41.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
5	Тормоз ручной	0.034	3.1	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
6	Задний мост	0.040	1.9	-	70	20.8	-	-	-	9.2	-	-	-	-	-	100
7	Передний мост	0.043	2.1	-	-	-	-	37.3	58	4.7	-	-	-	-	-	100
8	Рулевое управление	0.160	14.4	12.4	87.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
9	Подвеска	0.250	18.7	23.4	7.7	29.2	23.4	16.9	-	-	-	-	-	-	-	100
10	Механизм подъема платформы	0.110	9.6	18.6	34.8	9.8	36.8	-	-	-	-	-	-	-	-	100
11	Ступица, барабан	0.035	2.04	-	41.7	-	14.8	43.5	-	-	-	-	-	-	-	100
12	Тормозная система	0.334	7.3	60.2	30.2	-	-	-	9.6	-	-	-	-	-	-	100
13	Кабина	0.088	4.4	-	89.7	10.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
Итого по автомобилю			100	33.3	30	7.5	10.2	10.8	2.4	0.76	1.62	0.15	2.23	0.13	0.91	100

Затем определяется средняя удельная трудоемкость: по интервалам наработки; на один автомобиль; на один отказ; на одну постановку автомобиля в подсистему ТР.

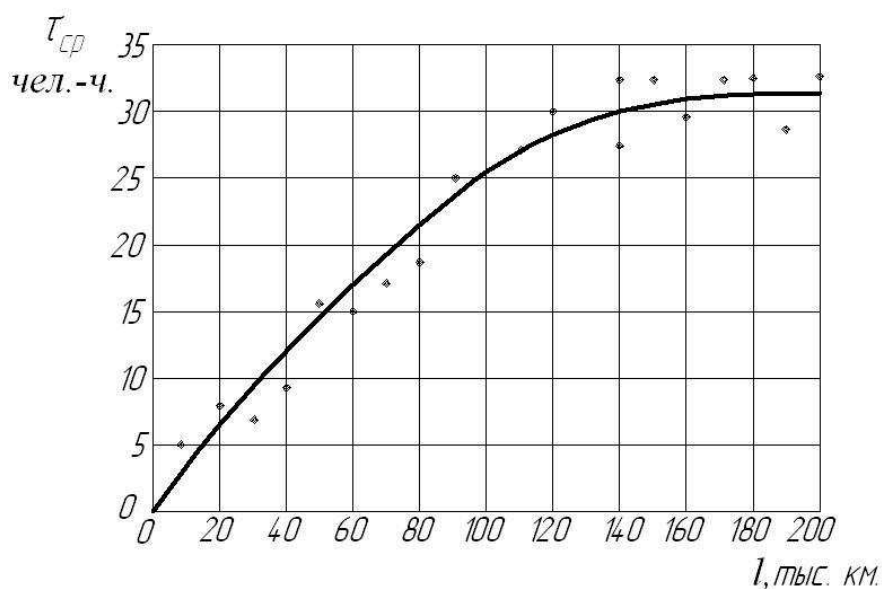


Рисунок 15 – Средняя трудоемкость

Средняя трудоемкость (рисунок 15) устранения одного отказа как показывают результаты исследования составляет $\tau_{ср} = 1,84$ чел.-ч/отказ, при среднем квадратическом отклонении 1,68 чел.-ч и коэффициенте вариации 0,91. Средняя трудоемкость устранения отказов на одну постановку автомобилей в подсистему ТР составила $\tau_{ср}^1 = 2,64$ чел.-ч./постановку ТР. При проверке гипотезы о показательном законе распределения трудоемкости восстановления по критерию согласия Пирсона получен расчетный критерий ($\chi_{0,05;4}^2 = 9,7$), что свидетельствует о применимости данного закона. Таким образом, учитывая величину коэффициента вариации и значение χ^2 критерия Пирсона, в дальнейшем принимается показательное распределение трудоемкости устранения отказов. На рисунке 16 видна кривая изменения средней удельной трудоемкости в целом по автомобилю.

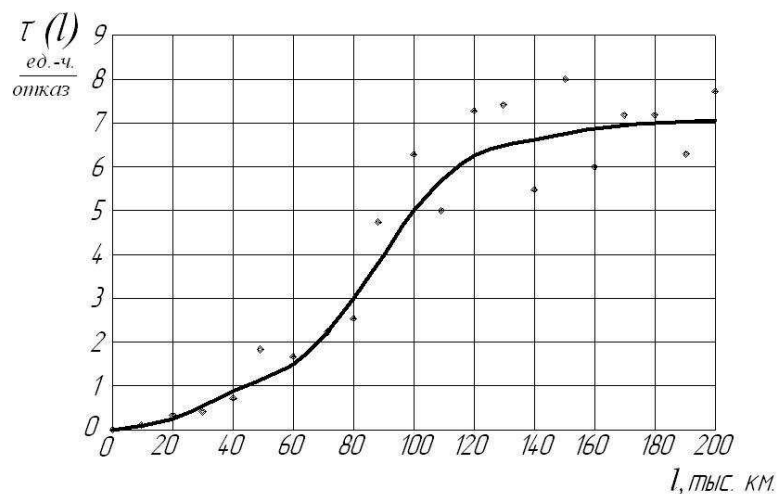


Рисунок 16 – Удельная трудоемкость

Характер изменения кривой показывает, что с увеличением пробега трудоемкость непрерывно возрастает, а затем стабилизируется около среднего значения. Эти величины составляют около 60% от нормативов трудоемкости, установленных Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава. Методика позволяет рассчитать наиболее достоверно на вероятностной основе: во-первых, определить объем работ, количество ремонтных рабочих и число постов; во-вторых, совершенствовать систему оперативного управления системой профилактики с учетом стратегий процесса восстановления и средств диагностики. Ниже предложенная методология проектирования новой многоступенчатой технологии профилактики уточняет существующие методы ТО и ремонта АТС. Новая технология профилактики может быть учтена еще на стадии проектирования и изготовления АТС.

4.1 Сбор статистического материала по отказам ДВС, тормозной системы и рулевого управления на автобусе МАЗ-103

Используя полученные данные о выполняемых работах с элементами топливной системы, произведем формирование вариационных рядов для каждого элемента. Вариационным рядом является группа наработок при которых произошел отказ определенного элемента. При формировании вариационных рядов воспользуемся модулем программы «статистика по виду работ» для определения величин наработок ПС при отказе различных элементов системы. Используемый модуль представлен на рисунке 17.

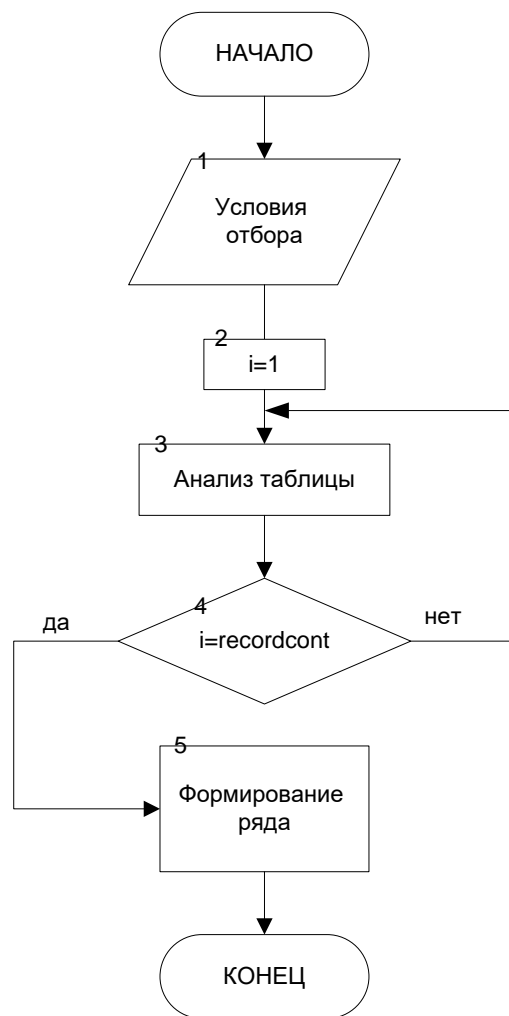


Рисунок 17 – Модуль программы «статистика по виду работ»

Гаражный №	Время звонка	Пробег	Водитель	Причина	Неисправность	Номенклатура работ	Исполнитель	Начало раб	Окончание раб
ЛИА3 5256 ЕК 363	18.03.2012 15:15:00	0	Бугенко	Завка	Неисправность топливной аппар	Ревизия фильтра грубой очистки	Горбунов Д.В. €		
МА3-103 ЕЕ 254	17.06.2013 8:00:00	278638	Злобин	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Горбунов Д.В. €		
МА3-103 ЕЕ 284	18.06.2013 8:00:00	259306	Шадрин	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Ляпустин		
ЛИА3 5256 ЕК 357	23.06.2013 14:30:00	211927	Сашкин	Завка	Не включается зажигание	Ревизия фильтра грубой очистки	Ковригин	23.06.2013 14:30:00	24.06.2013 14:50:00
МА3-103 ЕЕ 097	24.06.2013 8:00:00	247535	Березин	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Ковригин		
ЛИА3 5256 ЕК 358	28.06.2013 8:00:00	247470	Гулякин	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Округин		
МА3-103 ЕЕ 286	01.07.2013 8:00:00	294962	Лопатин	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Гулякин		
МА3-103 ЕЕ 081	03.07.2013 8:00:00	303159	Мирский	Плановое	Плановые работы Т0-2 (1)	Ревизия фильтра грубой очистки	Ковригин		
МА3-103 ЕЕ 259	18.07.2013 8:00:00	294395		Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Гулякин		
МА3-103 ЕЕ 085	22.07.2013 8:00:00	283783	Морозов	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Имеев		
МА3-103 ЕЕ 269	23.07.2013 8:00:00	289206	Юшкин	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Имеев		
МА3-103 ЕЕ 272	30.07.2013 8:00:00	340406	Чижовский	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Имеев		
МА3-103 ЕЕ 265	30.07.2013 8:00:00	287713	Пустошино	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Имеев		
МА3-103 ЕЕ 260	05.08.2013 8:00:00	281560		Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Бережнич		
МА3-103 ЕЕ 268	09.08.2013 8:00:00	297160	Матвеев	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Мальчиков		
МА3-103 ЕЕ 258	16.08.2013 8:00:00	253021	Масяков	Плановое	Плановые работы Т0-2 (2)	Ревизия фильтра грубой очистки	Мальчиков		
МА3-103 С 641 ЕР	19.08.2013 8:00:00	100448	Кудро	Плановое	Плановые работы Т0-2 (1)	Ревизия фильтра грубой очистки	Мальчиков		
МА3-103 ЕЕ 278	21.08.2013 8:00:00	307511	Уланов	Плановое	Плановые работы Т0-2 (1)	Ревизия фильтра грубой очистки	Мальчиков		
МА3-103 ЕЕ 280	22.08.2013 8:00:00	297852	Яншинов	Плановое	Плановые работы Т0-2 (1)	Ревизия фильтра грубой очистки	Кандратов		

Рисунок 18 – Формирование вариационных рядов

Для проектирования были представлены наработки до отказов для следующих элементов автобуса МАЗ-103

Таблица 4–Вариационные ряды по двигателям

Наименование элементов	Значения пробега при отказе элемента
Распылитель форсунки	196693 296505 261932 212235 150027 277329 322909 267491 304334 480647 339936 152978 257787 588314 405500 133170 307500 314604 516017 323295
Прокладка клапанной крышки	651940 420350 383556 195460 391900 355678 461760 360062 362010 581657 423900 257787 392142 292831 366089 392609 315344 253620 250097 391407
Подушки ДВС	240223 254783 273013 233248 228906 232114 273384 233835 195531 261106 537107 345092 198026 214186 262030 282807 206830 268896 260665 193985
Гильзы цилиндров	406990 383455 287505 396492 498138 311873 233351 396500 295307 170783
Вкладыши	365866 348100 327525 332734 274559 373360 329425 354638 359844 360304 538468 364786 305831 347012 349721 254636 370512 283391 285591 313800
Ремень генератора	364185 339864 176174 6210 397460 315111 96665 182800 144355 193007 295500 316162 270833 132100 193143 407596 173000 256425 478912 486656
Генератор	177271 261265 495500 377097 200770 192722 210951 228417 211560 193621 482226 191140 217572 205097 190811 394603 191400 198115 187092 225821
Кольца поршней	297284 348100 327525 332734 274559 373360 345649 251902 329425 354638 359844 282247 360304 364786 305831 347012 253425 349721 279500 254636
Шланги компрессора	54280 183271 151939 200863 307957 208558 194181 360062 12135 380077 18911 287577 372209 52258 505294512932 298270 169400 174454 507410

Таблица 5–Вариационные ряды по Рулевому управлению

Наименование элементов	Значения пробега при отказе элемента
Рулевой механизм	359390 461654 520758 221531 539077 169400 223117 523524 485298 337858 140345 194855 190323 286781 567494 357391 391620 690226 269970 153249
Наконечники рулевой тяг	288427 450778 604819 438474 304411 556349 494622 552153 410848 584314 434922 526436 329500 328103 293598 104089 60308 666623
Насос	595245 603598 528483 566917 13159 628377 574400 562771 35941 533218 526549 623970 626866 385050 648664 640617 314047 459600 453623 470360
Патрубки РУ	430903 336329 276317 219079 416327 255605 198038 219200 645787 548269 356730 436300 382650 253246 284837 211316 270483 363180 379625 298088
Рулевая тяга	288427 538960 422363 396637 354533 585797 70992 475328 392336 362137 304411 468341 437137 531983 537518 488750 437550 247451 487870 652855

Таблица 6–Вариационные ряды по Тормозной системе

Наименование элементов	Значения пробега при отказе элемента
Тормозной шланг	14603 105505 56001 24000 74280 158806 375719 19220 132052 17463 137991 232400 144671 154460 117224 118872 204710 195207 104458 131582 212143 192395 126691 110878 380135 124563 157630 140652 201752 224998 124001 121400 338230
Регулировочный рычаг	154676 151332 156911 177248 367745 336457 218936 201380 298432 504568 185842 386203 167494 178787 391001 271037 124764 513260 184834
Трубка компрессора	102053 608 1950 120725 290001 143973 12296 27368 156831 186888 18395 5901 2975 67277 191771 331185 122119 301142 107753 224518 206028 67568 117704

Продолжение таблицы 6

Фильтр осушитель	136810 401744 165022 134531 169831 360652 137991 389148 131299 118095 413043 80110 153162 129523 152199 306994 394468 131582 375796 111303 400821 129020 316001 158703 158525 138284 158012 132322 368961 122549 169045 153253 147598 131774 178787 167837
Фильтр-патрон осушитель	67760 15053 41728 96494 21300 77681 13792 24051 132908 68056 55175 103998 22266 145220 54940 72432

5 Алгоритм и программа для расчета статистических показателей надежности: безотказности, долговечности и ремонтпригодности АТС

Алгоритм статистической обработки вариационного ряда и проверки статистической гипотезы, в виде блок-схемы (рисунке 19).

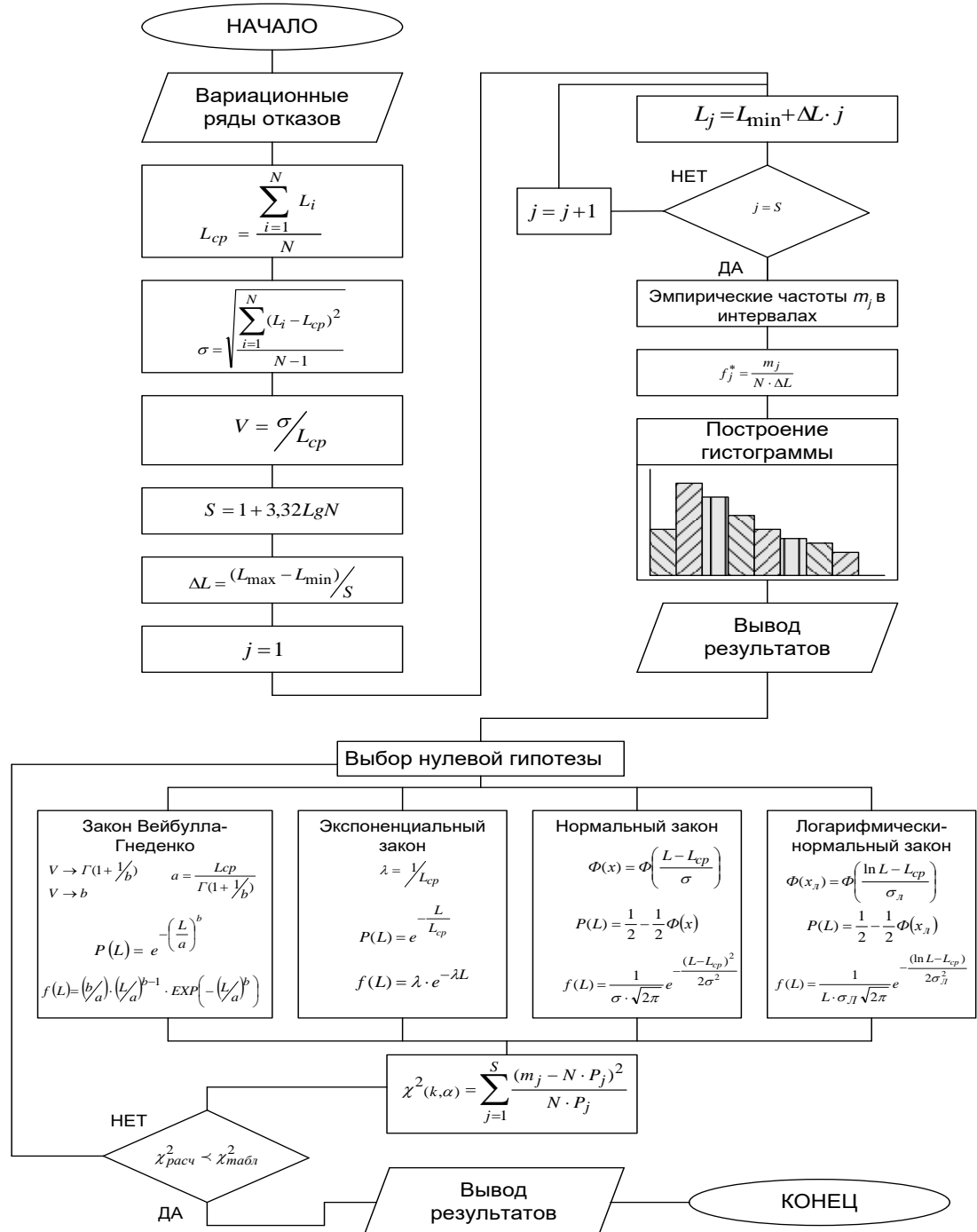


Рисунок 19 – Блок-схема оценки закономерностей распределения случайных величин и показателей надежности АТС

Для определения точечных оценок элементов АТС применена следующая методика:

- из всей собранной информации по отказам и неисправностям АТС формируются вариационные ряды отказов (упорядоченные отказы по условию наработки на отказ);

- определяются точечные оценки случайных величин (отказов)
 - объем выборки – N ,

- средняя наработка на отказ – L_{cp}

$$L_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N L_i}{N}, \quad (1)$$

где L_i – текущее значение случайной величины, тыс.км;

N – объем выборки;

σ – среднеквадратическое отклонение, тыс.км

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (L_i - L_{cp})^2}{N - 1}} \quad (2)$$

V – коэффициент вариации

$$V = \sigma / L_{cp} \quad (3)$$

-определяются границы доверительного интервала.

-предполагая вид закона распределения (закон Вейбулла – Гнеденко), определяется, по значению объема выборки, табличное значение критерия $\chi^2_{табл}(2 \cdot N)$, а по коэффициенту вариации V параметр формы b . После чего рассчитывается относительная ошибка

$$\delta = ((2 * N) / \chi^2_{табл})^{1/b} - 1 \quad (4)$$

-используя значения относительной ошибки, вычисляется нижняя и верхняя границы доверительного интервала

$$L_{cp.нижн} = L_{cp} * (1 - \delta) \quad L_{cp.верх} = L_{cp} * (1 + \delta) \quad (5)$$

-проводится анализ эмпирических данных, на основании которого строятся графики – гистограммы вероятности безотказной работы $P_9(L)$, вероятность отказа $F_9(L)$, плотность распределения отказов $f_9(L)$;

-проводится выбор нулевой гипотезы о соответствии выборки статистических данных одному из теоретических законов;

-выполняется проверка согласия между эмпирическим и принятым теоретическим распределением по критерию согласия Пирсона. Условием согласия является неравенство $\chi^2_{табл} > \chi^2_{расч}$;

Для описания закономерностей распределения случайной величины выбирается математическая модель – закон распределения. Наибольшее распространение для исследования эксплуатационной надежности машин получили: закон Вейбулла-Гнеденко, экспоненциальный, нормальный, логарифмически-нормальный законы распределения случайных величин.

Распределение Вейбулла-Гнеденко занимает в работе центральное место для создания нормативно-технологической карты надежности и эффективности системы профилактики элементов АТС.

Основные характеристики закона Вейбулла-Гнеденко

$$f(L) = \frac{b}{a} L^{b-1} e^{-\frac{L^b}{a}}, \quad (6)$$

где a – параметр масштаба, тыс.км;

b – параметр формы кривой.

Вероятность безотказной работы до наработки L

$$P(L) = e^{-\left(\frac{L}{a}\right)^b} \quad (7)$$

Для быстроты выполнения расчета по рассмотренному алгоритму определения показателей надежности элементов АТС был разработан алгоритм и программа на ЭВМ (рисунок 20).

Реализованный алгоритм в виде программы на ЭВМ будет способствовать более быстрым вычислениям, требующих меньшей трудоемкости и формированию базы данных показателей надежности: безотказности, долговечности и ремонтпригодности элементов АТС и формированию карты надежности элементов АТС.

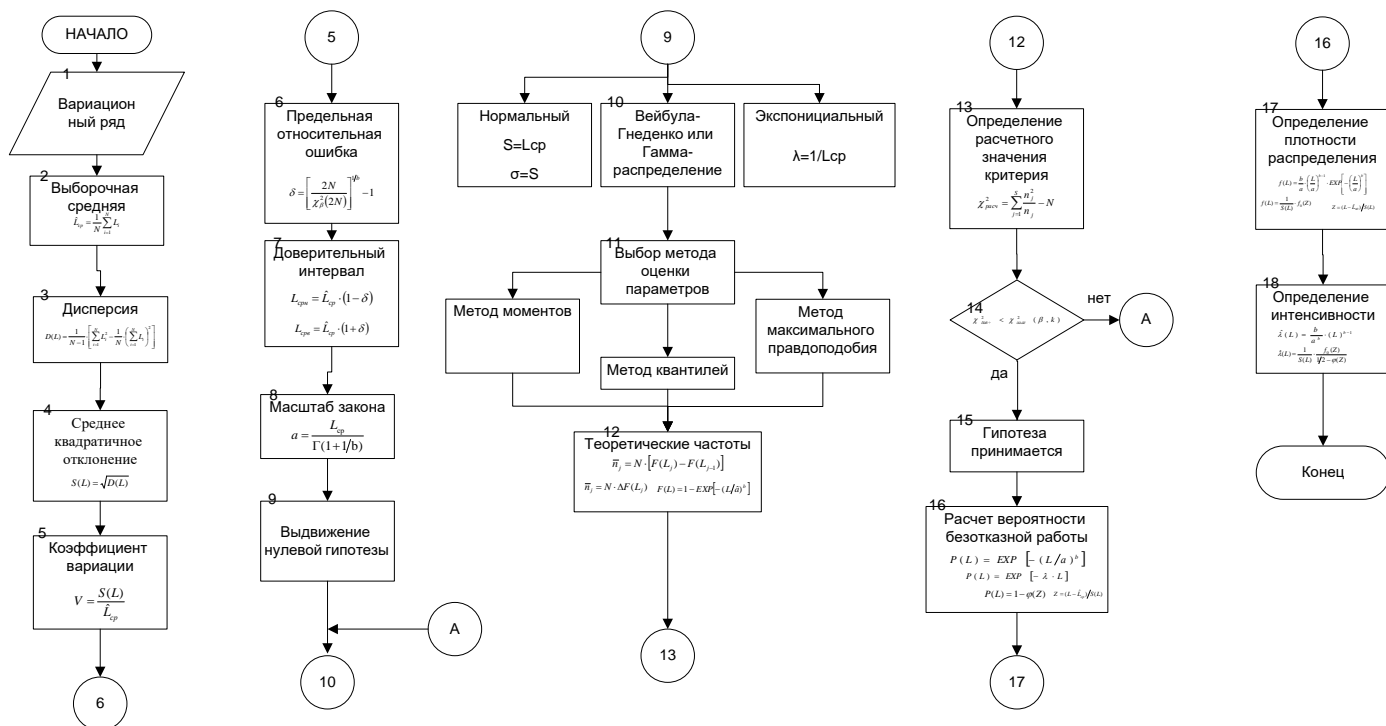


Рисунок 20 – Блок-схема алгоритма оценки показателей надежности АТС

База данных вар рядов

ПОИСК по номеру АТС ПОИСК по наименованию

Добавить ряд Удалить ряд Справочник: АТС

NBP	АТС	Наименование ряда	Ряд
2	1	Замена масляного радиатора	177110 183187 197721 201539 182887 149675 216107 209366 103646 193243 153792 223313 138140 2
3	1	Замена прокладки клапанной к	195460 257787 292831 315344 253620 250097 210564 306424 271129 274610 291215 304550 152841 1
4	1	Замена датчика ДЖ	210593 186405 217375 211130 313450 224919 174395 178611 207460 209723 231868 194100 200970 1
5	1	Контроль крепления радиатора	3225 1744 16068 61179 47716 15303 31965 44513 11219 64201 16118 75127 17140 8034 46447 1211 7
6	1	Замена генератора	286043 227065 231513 237068 226372 190811 218796 258952 273937 209534 256193 319757 205049 2
7	1	Замена патрубков турбины	175251 124502 180402 145633 239090 135433 176974 208895 196217 268747 241885 240225 249441 1
8	1	Замена поршневых колец	297284 251902 329425 253425 254636 240262 238377 283391 285591 225420 263357 219544
48	1	Диагностика ДВС	85684 13530 3676 9158 45908 21756 19329 38989 33616 35555 59646 12925 83737 26489
49	1	Диагностика АВС	345498 94320 87865 337256 260401 57083 247335 288702 200100 309424 270099 62632 269636 24014
50	1	Замена ремня генератора	144790 273375 256159 318066 140136 148974 311845 262523 145236 261003 213566 123875 277969 2
100	5	замена генератора	213 162 102 135 143 257 245 226 180 262 231 156 250 157 139 120 183 134 108 236 169 210 176 261 1
101	5	Замена генератора	124 90 135 188 85 105 92 158 102 141 99 195 170 103 104 196 177 139 94 96 132 155 80 109 138
102	6	Замена генератора Белаз	76 44 57 76 115 61 50 110 87 60 64 55 84 60 76 35 90 53 90 118 45 82 75 73 80
104	6	778	82 45 44 103 60 93 65 103 29 35 70 80 64 52 63 75 52 62 43 62
105	1	Могдштад	229 137 279 286 196 160 117 190 259 207 201 187 264 210 226 224 214 267 144 120 153 280 113 157 2

ПАРАМЕТРЫ РЯДА

Nряд	Lcp	S(L)	V	a	sigma	b	X(m)	Г(1+1/b)	Lcpn	Lcppe
2	184,744	42,85	0,2319	201,8178	0,0814	4,7507	33,098	0,9154	169,7058	199,7822

Рисунок 21 – Интерфейс программы оценки показателей надежности АТС – база данных показателей надежности элементов АТС

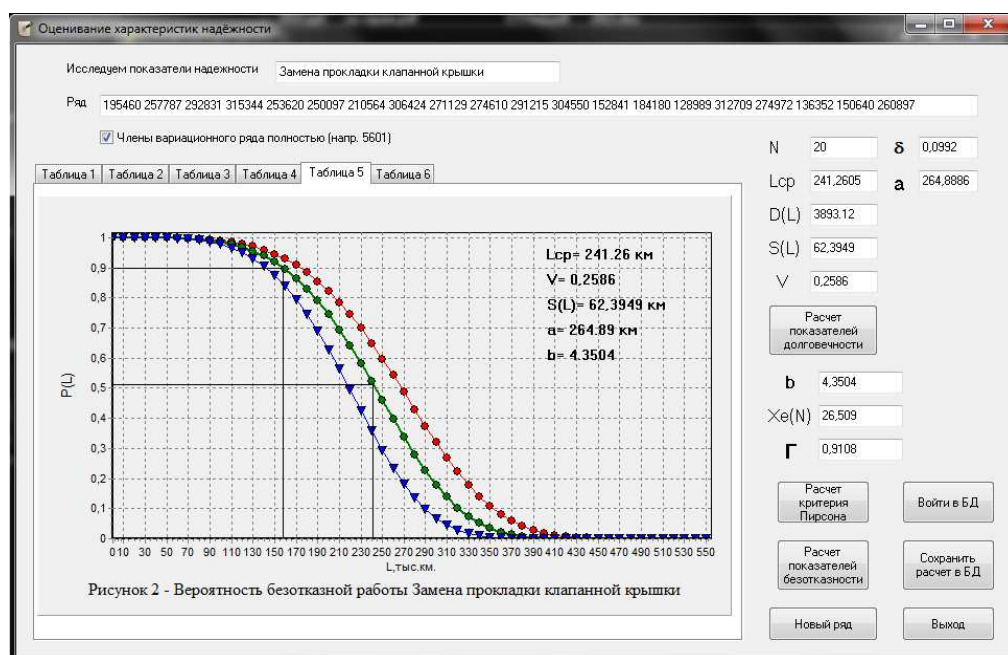


Рисунок 22 – Интерфейс программы оценки показателей надежности АТС

Разработанная программа «Оценивание показателей надежности» имеет функции ввода информации вручную или загрузка данных через таблицы. Помимо этого, реализована функция автоматического выполнения расчет, что существенно упрощает работу с программой.

К программе разработана и подключена база данных. С ее помощью можно сохранять и выгружать ранее выполненные расчеты оценки показателей надежности и использовать данные для дальнейшей их обработки.

Сформированный алгоритм будет способствовать формированию карты безотказности элементов систем АТС. Карта надежности, которая объединяет графики вероятности безотказной работы до первой и последующих замен элементов, лимитирующих надежность, с указанием места их расположения на АТС является содержательной и доходчивой формой представления показателей надежности является. Карта надежности - зеркало надежности выпускаемых изделий. Карту надежности составляют при учете наработки деталей на их замену. При этом определяются вероятности безотказной работы по каждой из деталей на разных интервалах наработки между профилактиками, дальними рейсами, периодами командировок.

5.1 Расчет показателей надежности

Количественные характеристики элементов двигателя, тормозной системы, рулевого управления автобуса МАЗ-103 представлены в таблице 8.

Результаты расчетов представлены на рисунках 23-64.

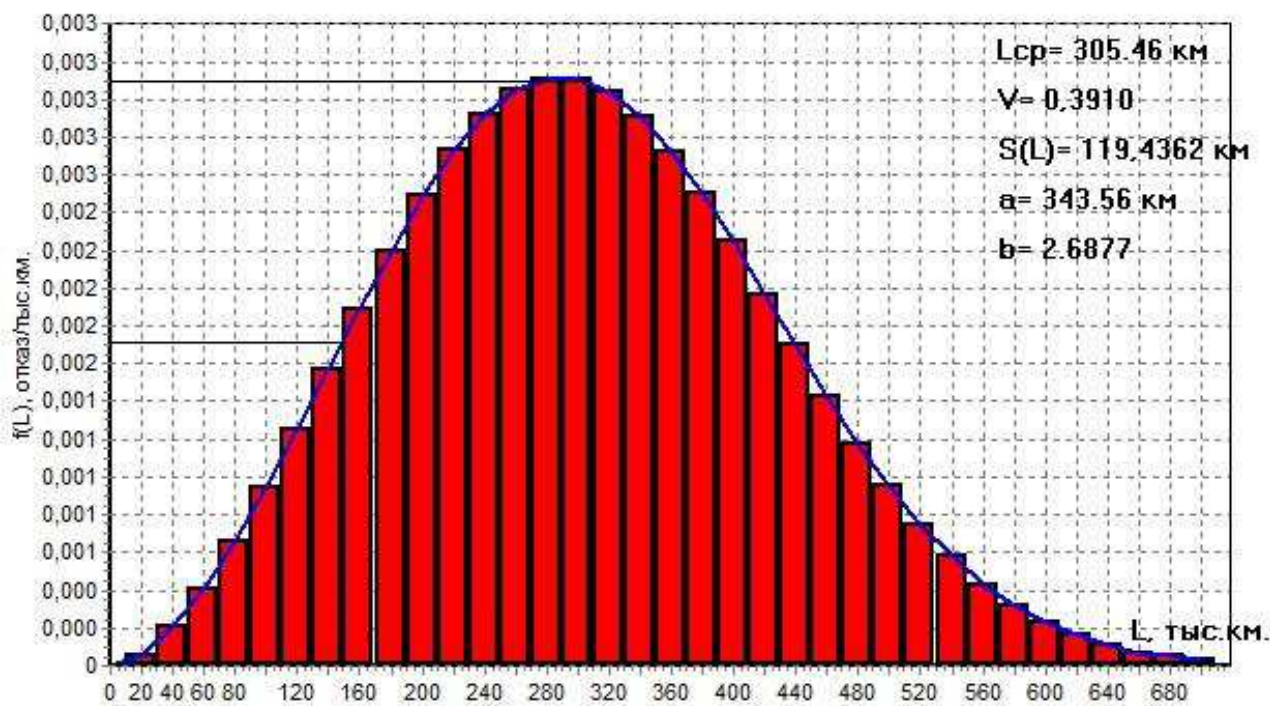


Рисунок 23 – Плотность распределения отказов распылителя форсунки

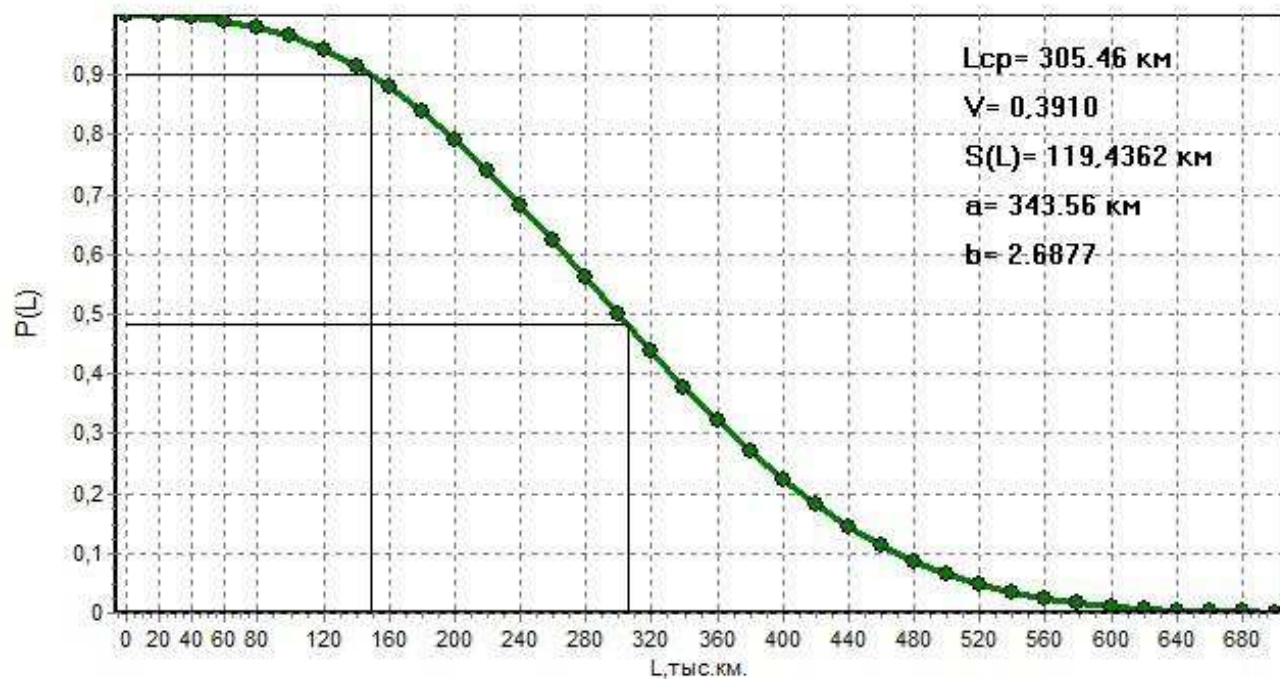


Рисунок 24 – Вероятность безотказной работы распылителя форсунки

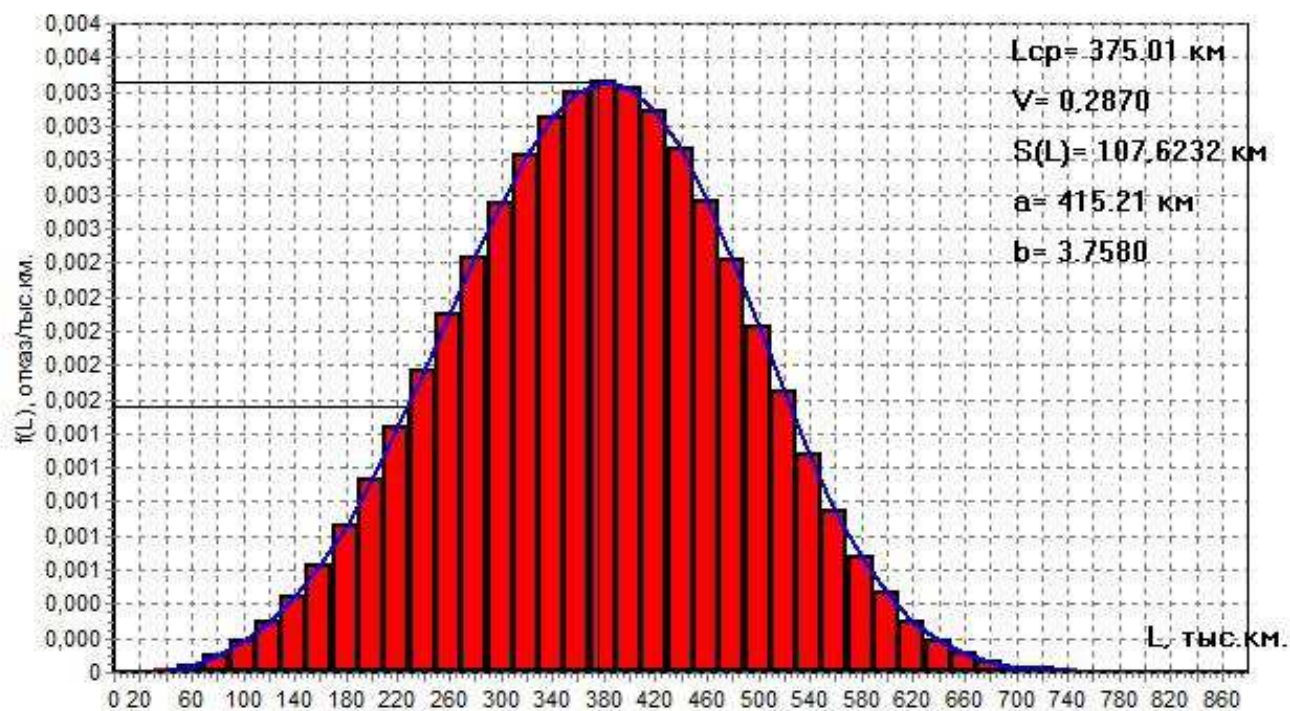


Рисунок 25 – Плотность распределения отказов прокладки клапанной крышки

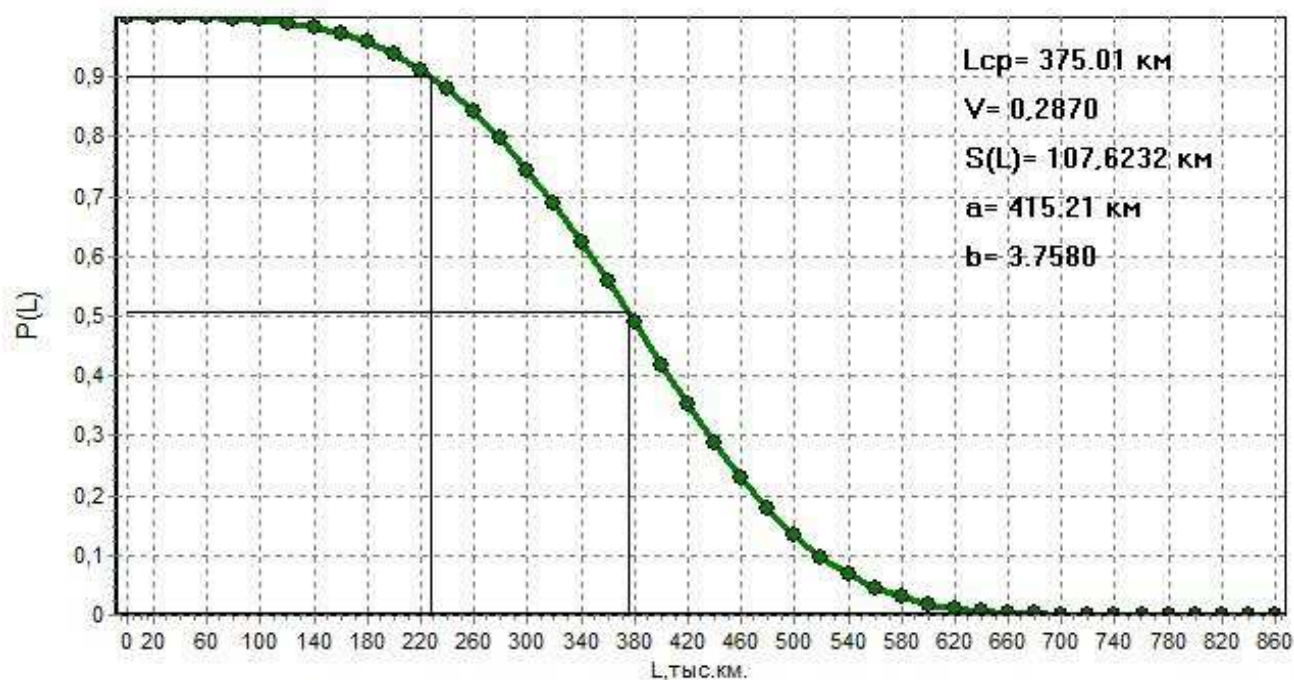


Рисунок 26 – Вероятность безотказной работы прокладки клапанной крышки

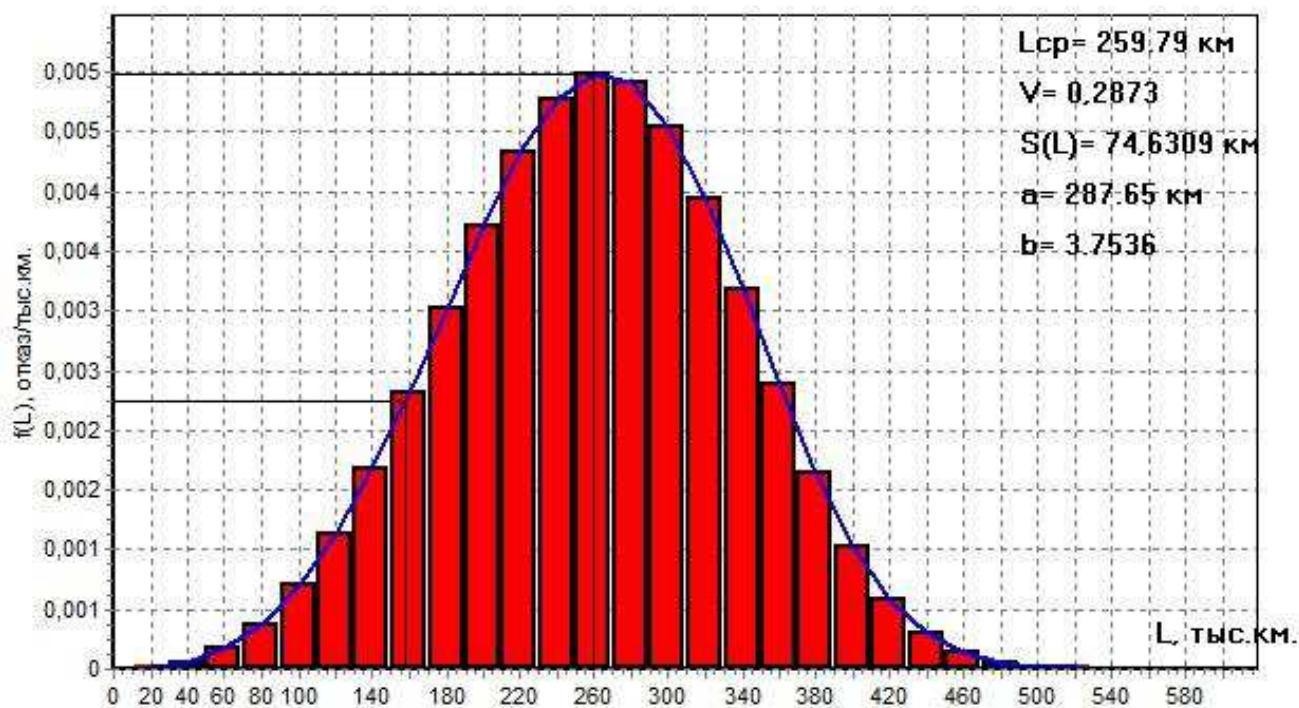


Рисунок 27 – Плотность распределения отказов подушки ДВС

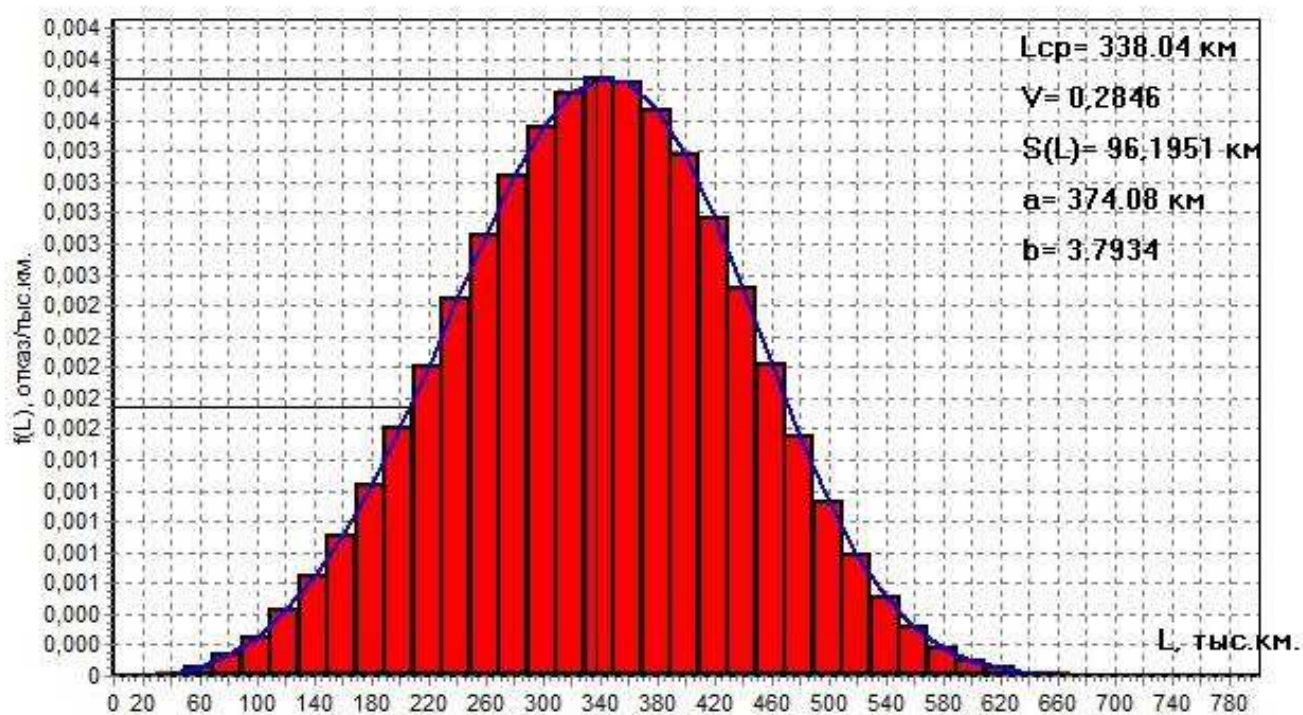


Рисунок 28 – Плотность распределения отказов колена турбины

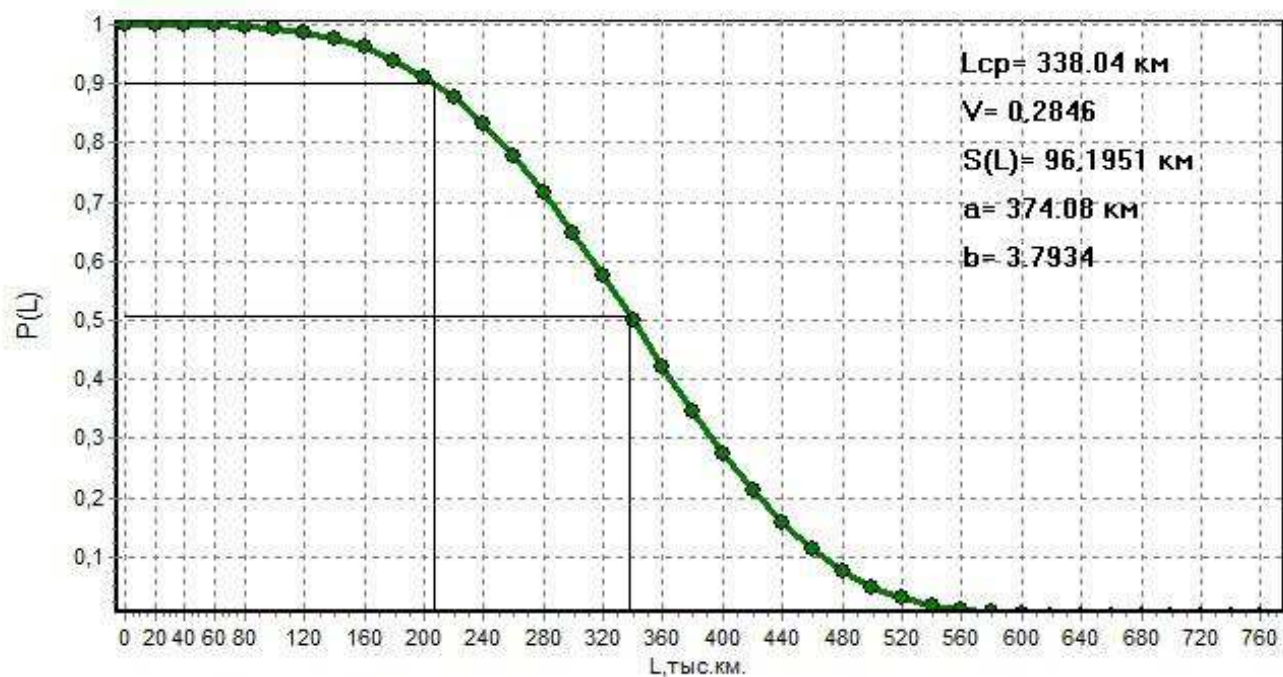


Рисунок 29 – Вероятность безотказной работы колена турбины

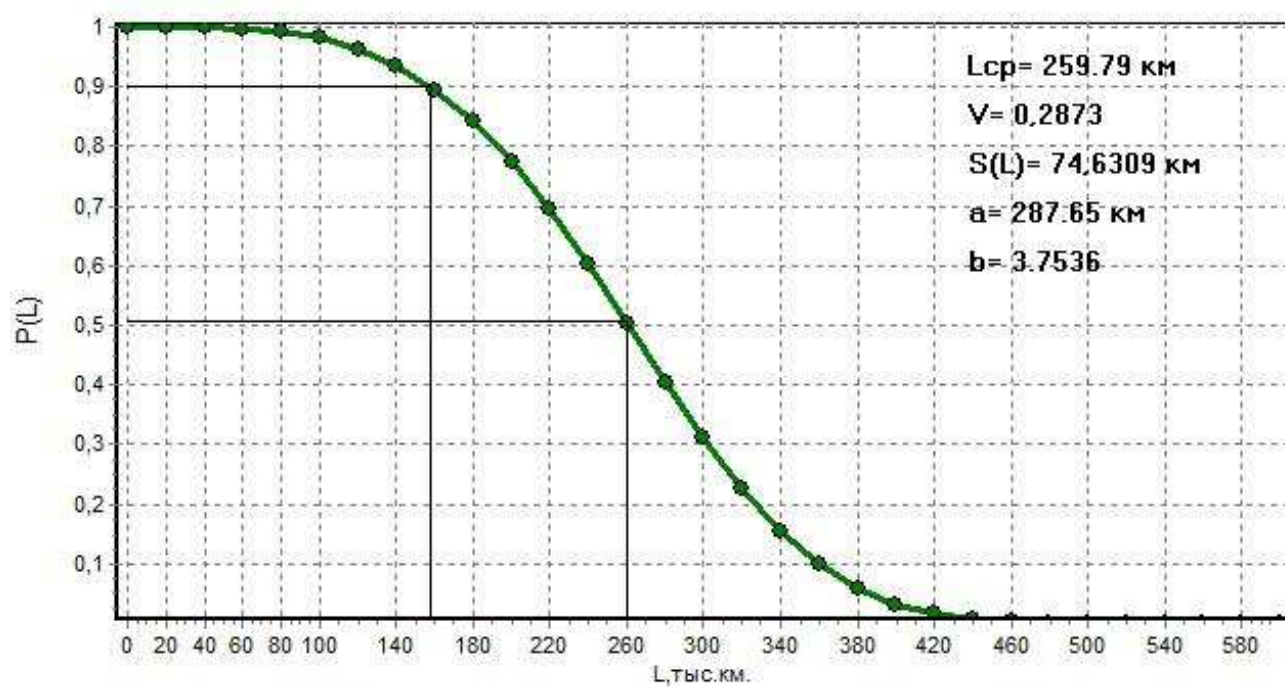


Рисунок 30 – Вероятность безотказной работы подушки ДВС

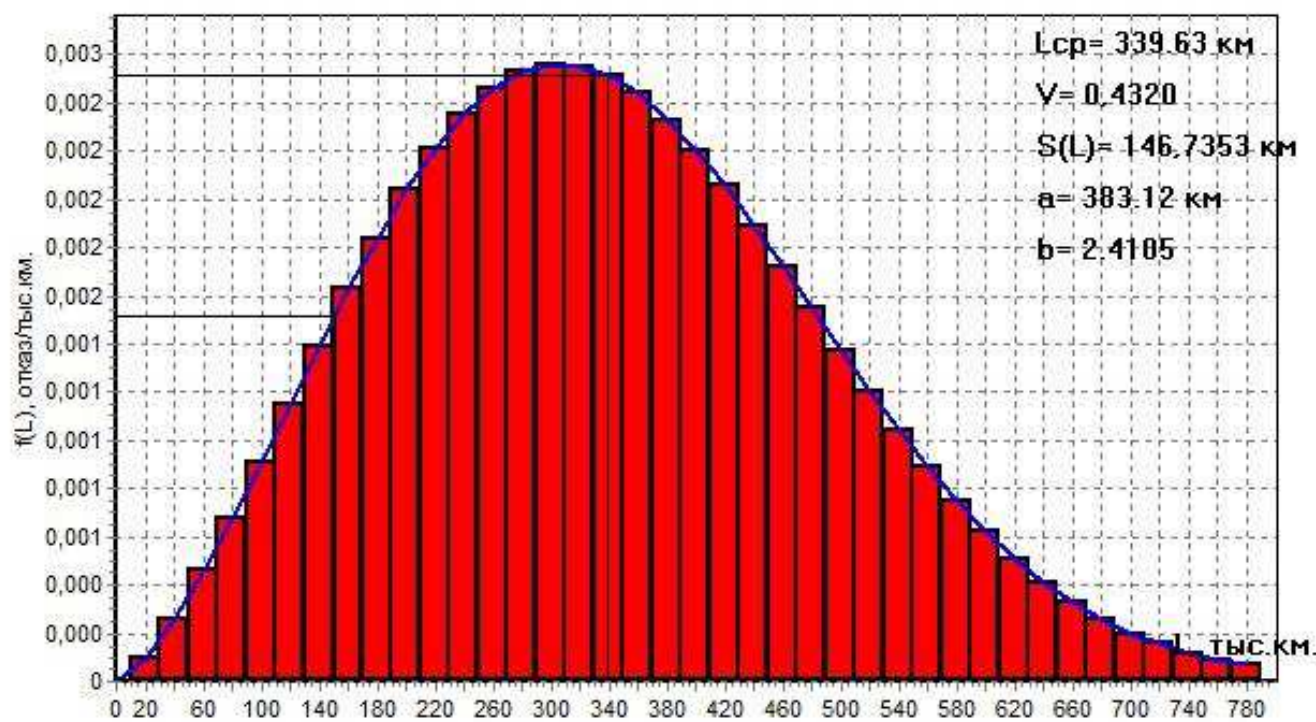


Рисунок 31 – Плотность распределения отказов гидромотора

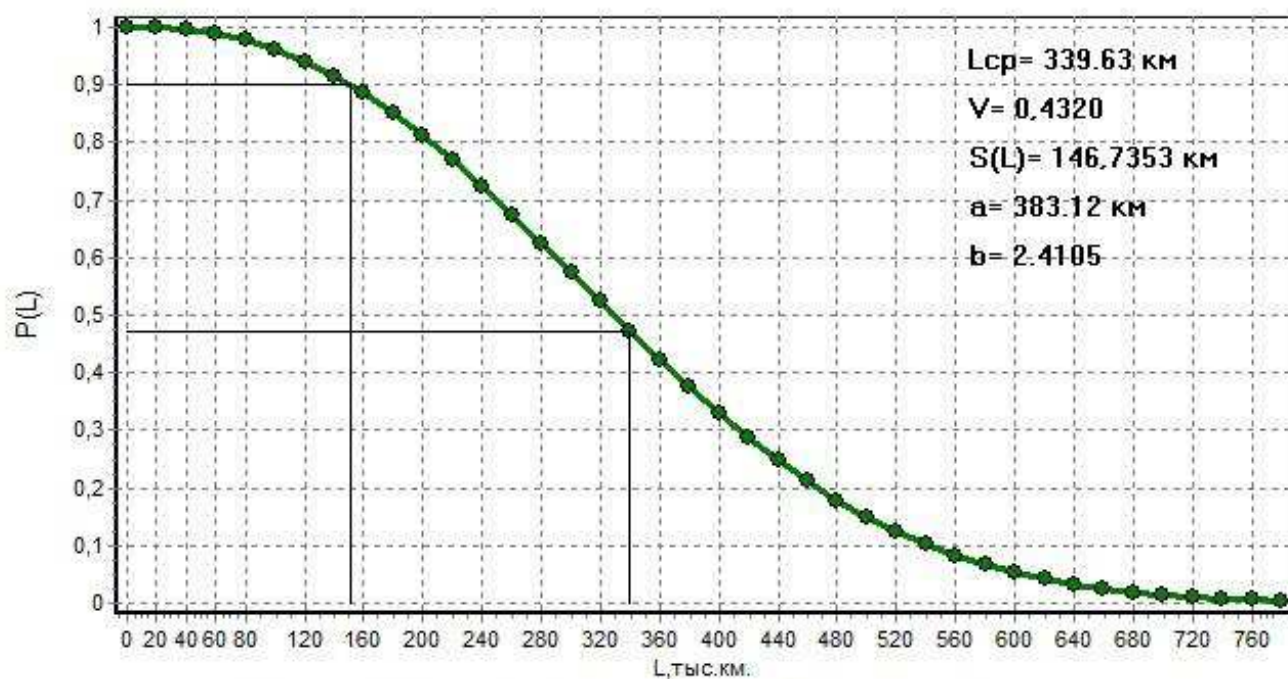


Рисунок 32 – Вероятность безотказной работы гидромотора

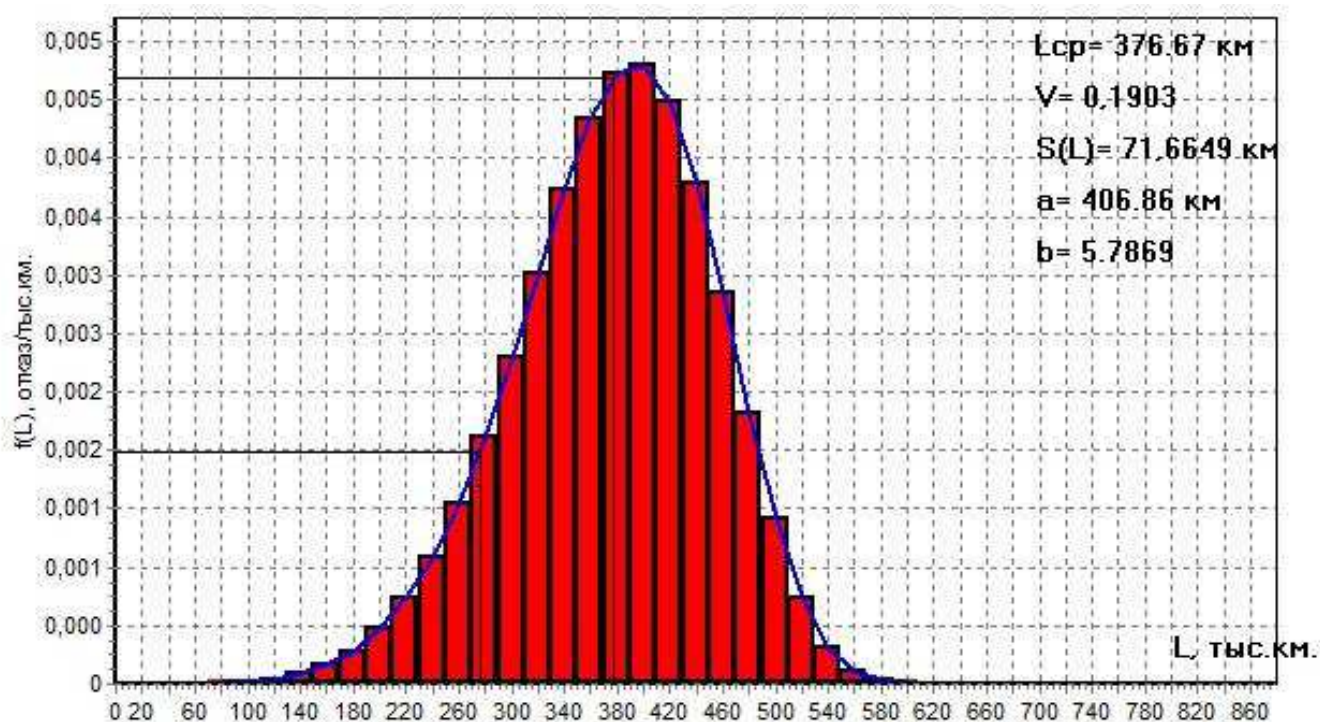


Рисунок 33 – Плотность распределения отказов гильзы цилиндров

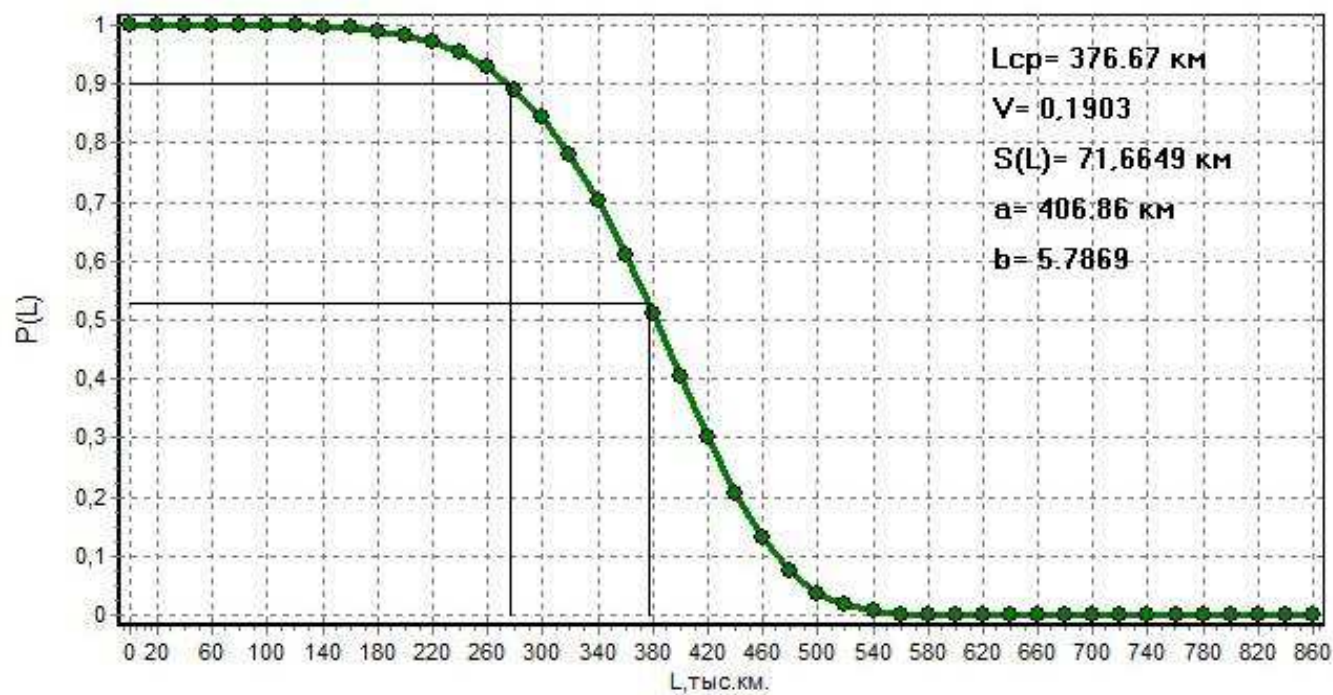


Рисунок 34 – Вероятность безотказной работы гильзы цилиндров

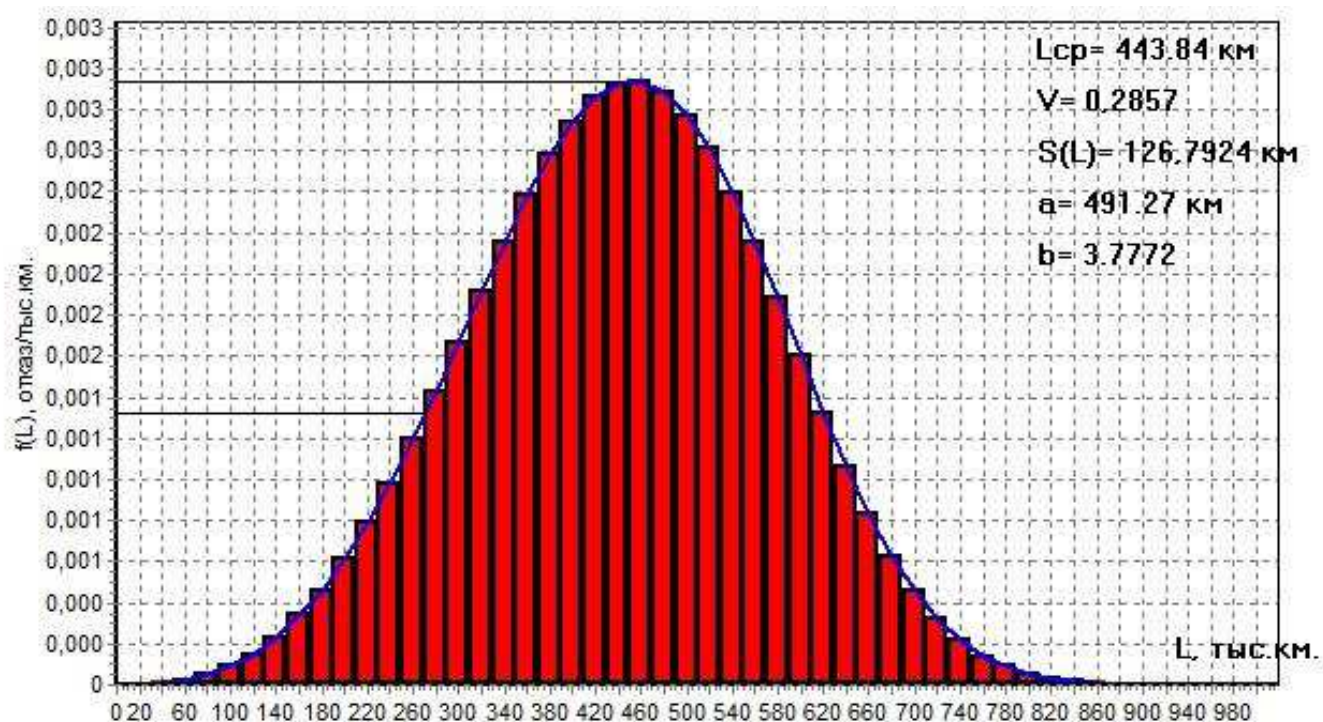


Рисунок 35 – Плотность распределения отказов коленчатого вала

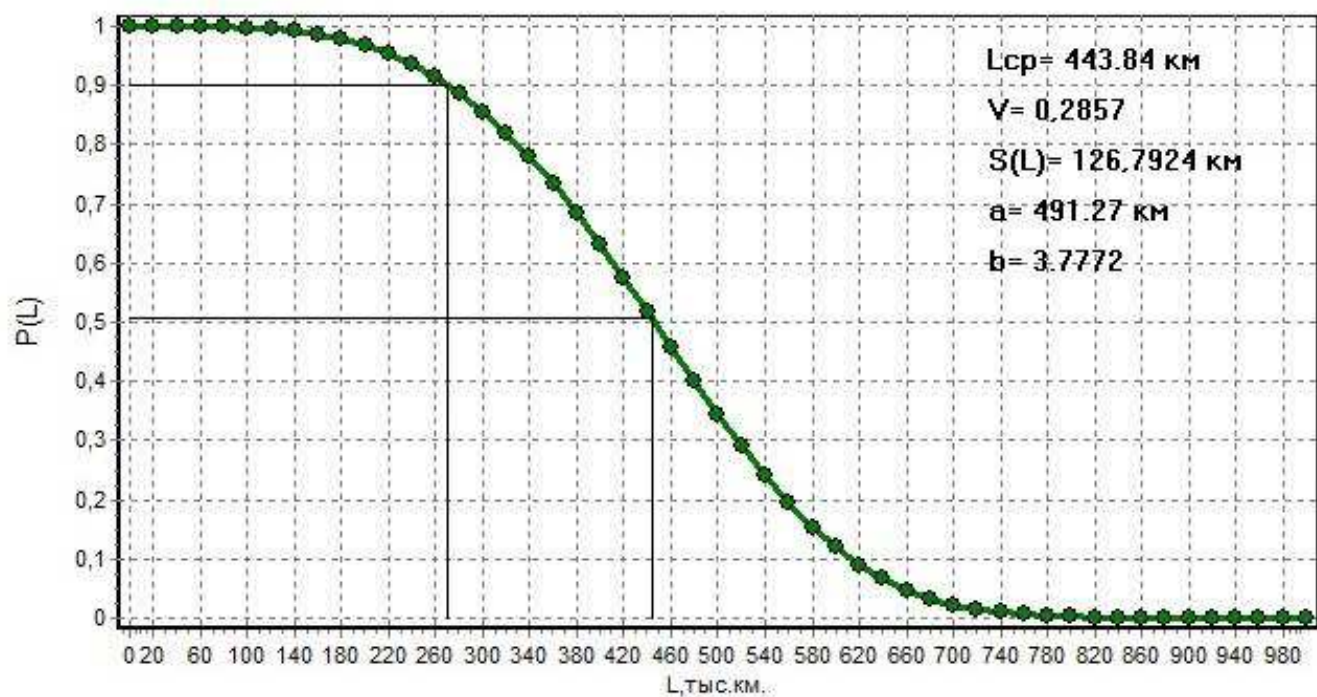


Рисунок 36 – Вероятность безотказной работы коленчатого вала

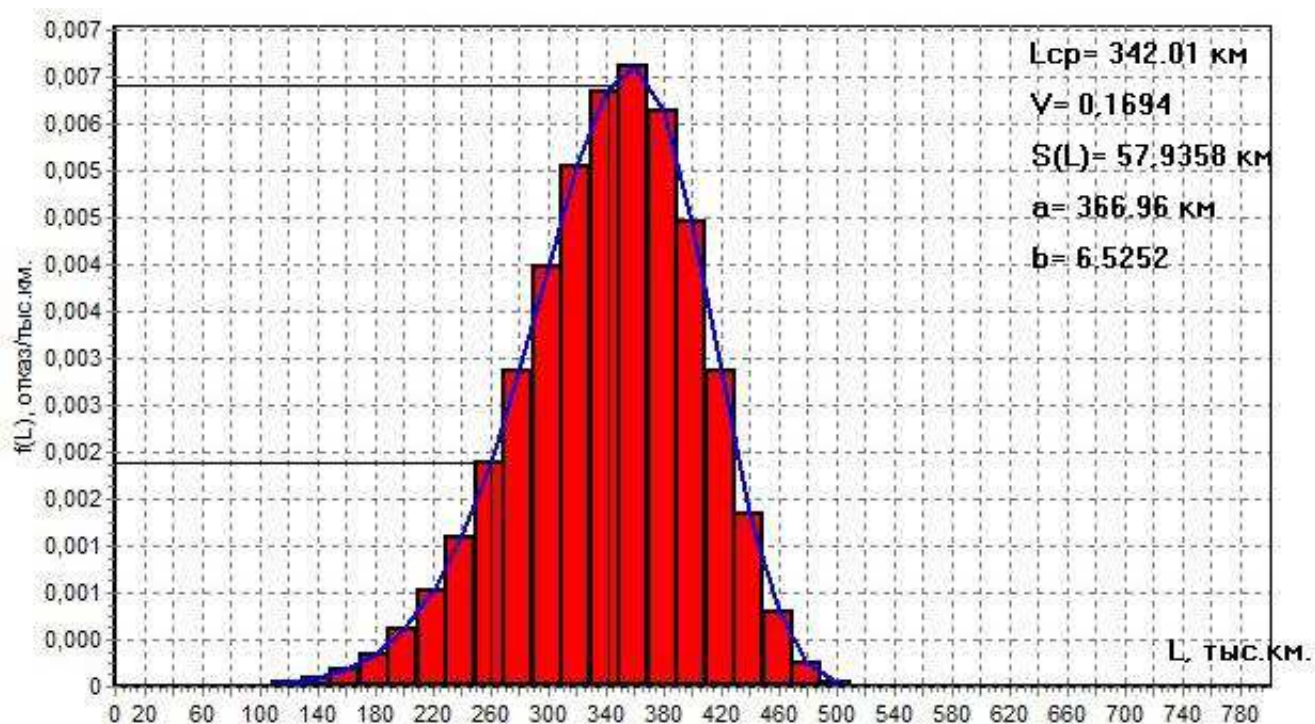


Рисунок 37 – Плотность распределения отказов вкладышей

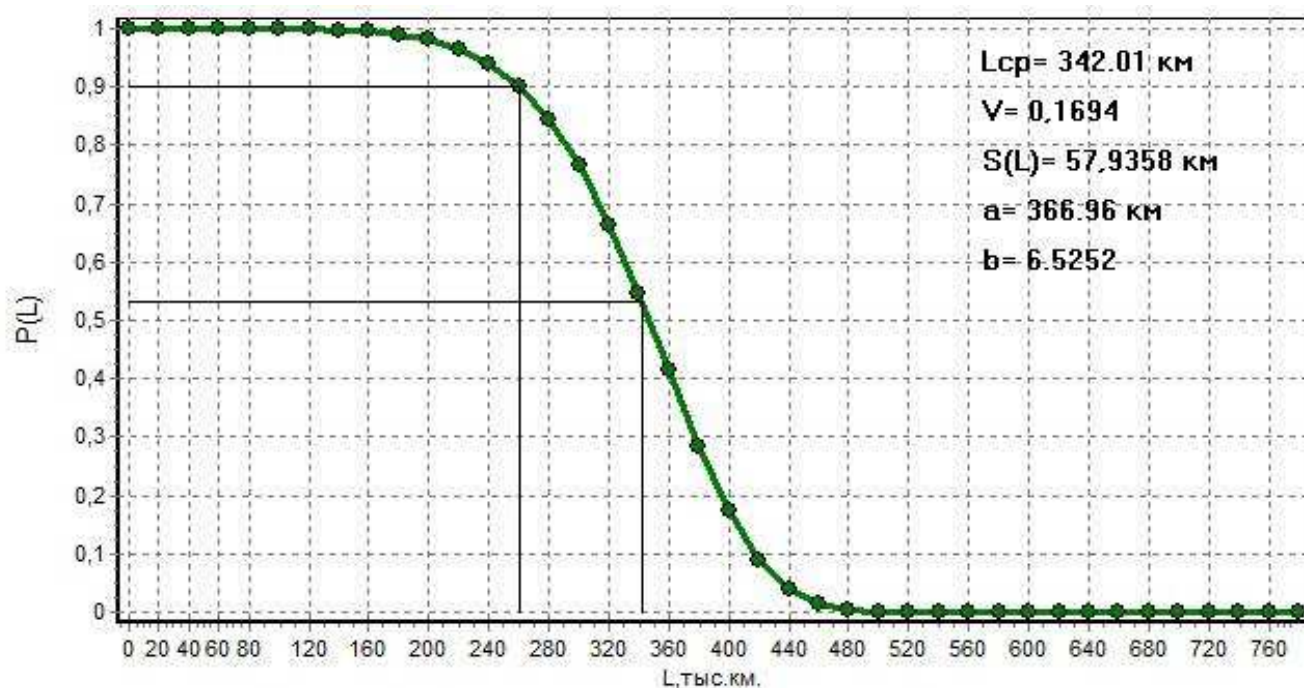


Рисунок 38 – Вероятность безотказной работы вкладышей

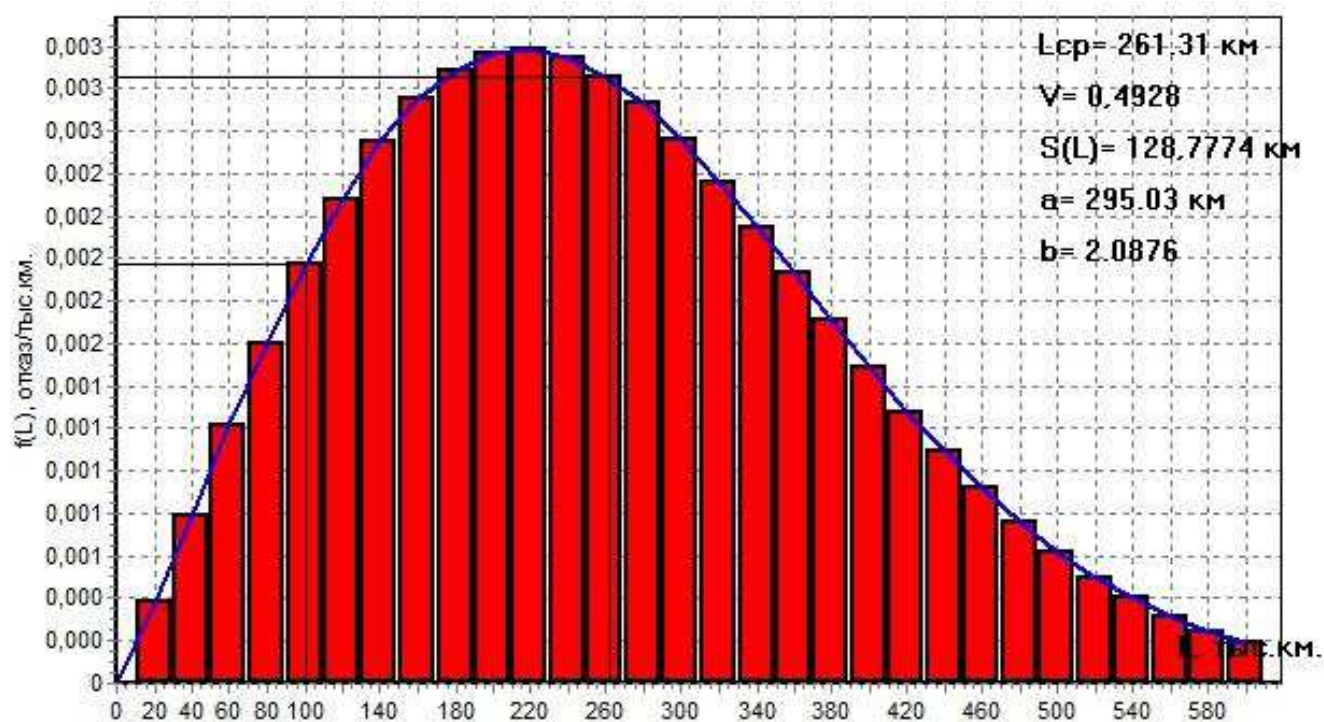


Рисунок 39 – Плотность распределения отказов ремня генератора

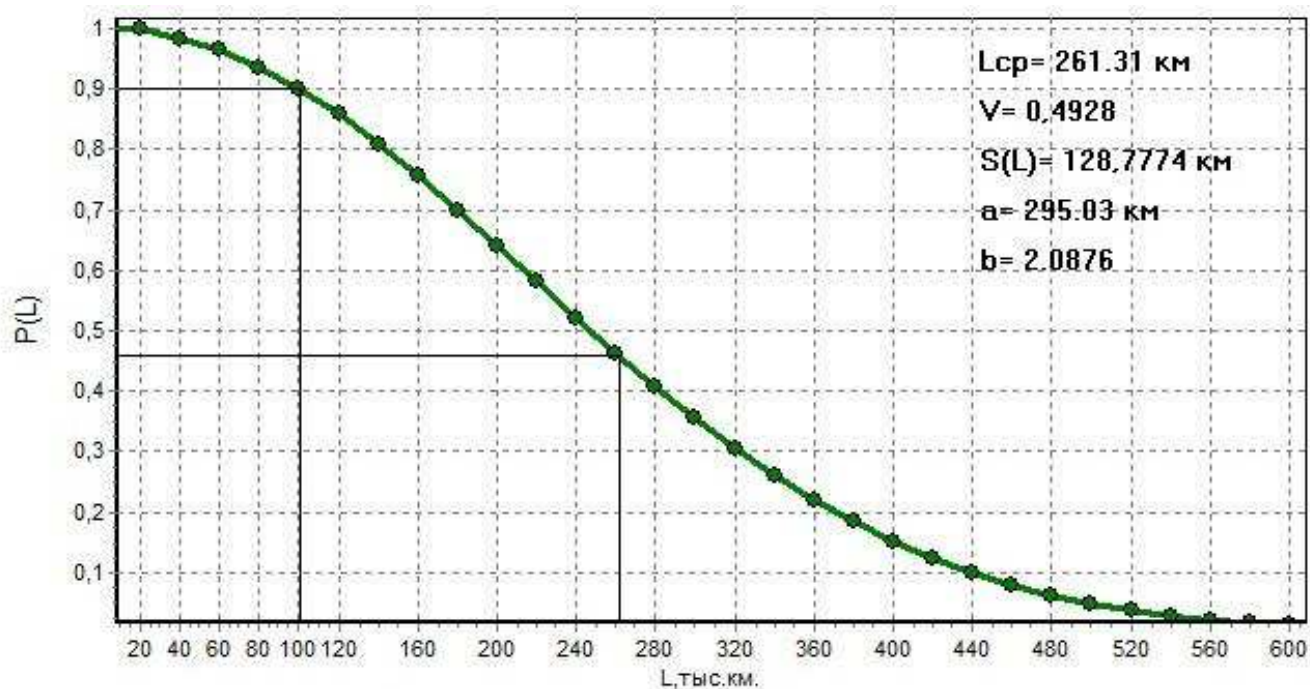


Рисунок 40 – Вероятность безотказной работы ремня генератора

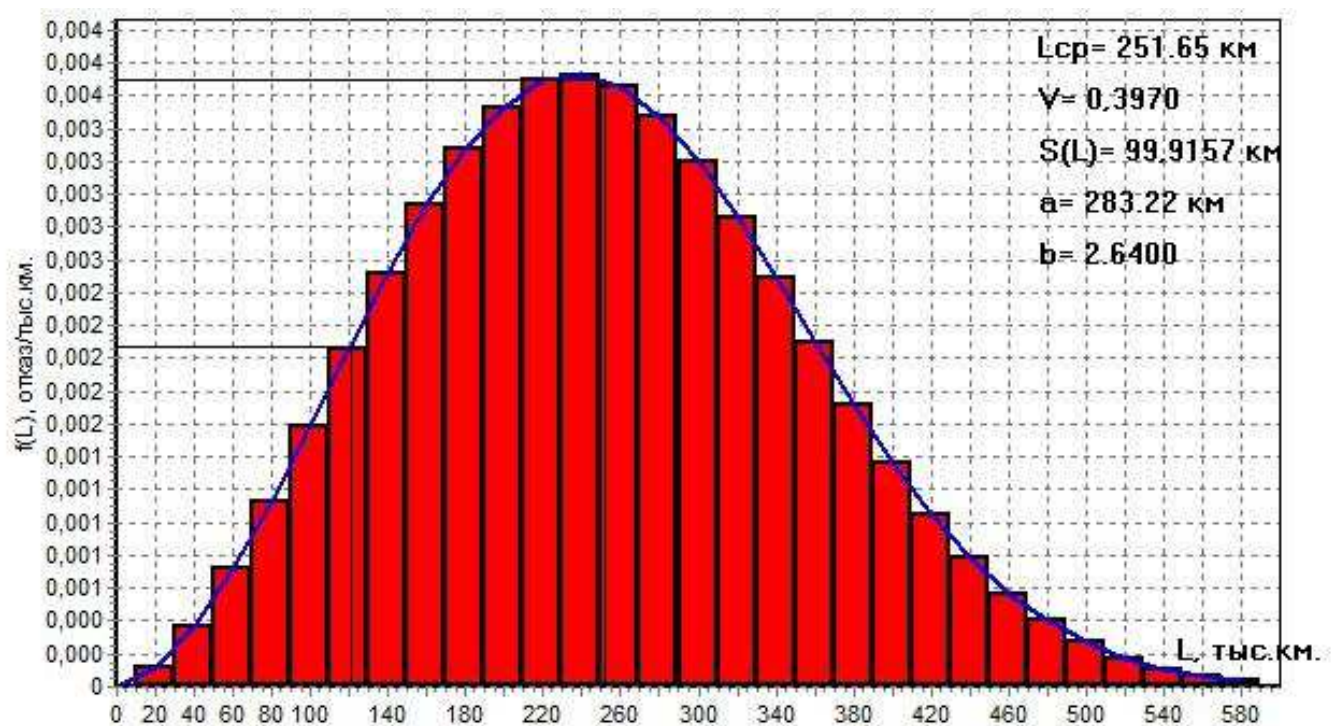


Рисунок 41 – Плотность распределения отказов генератора

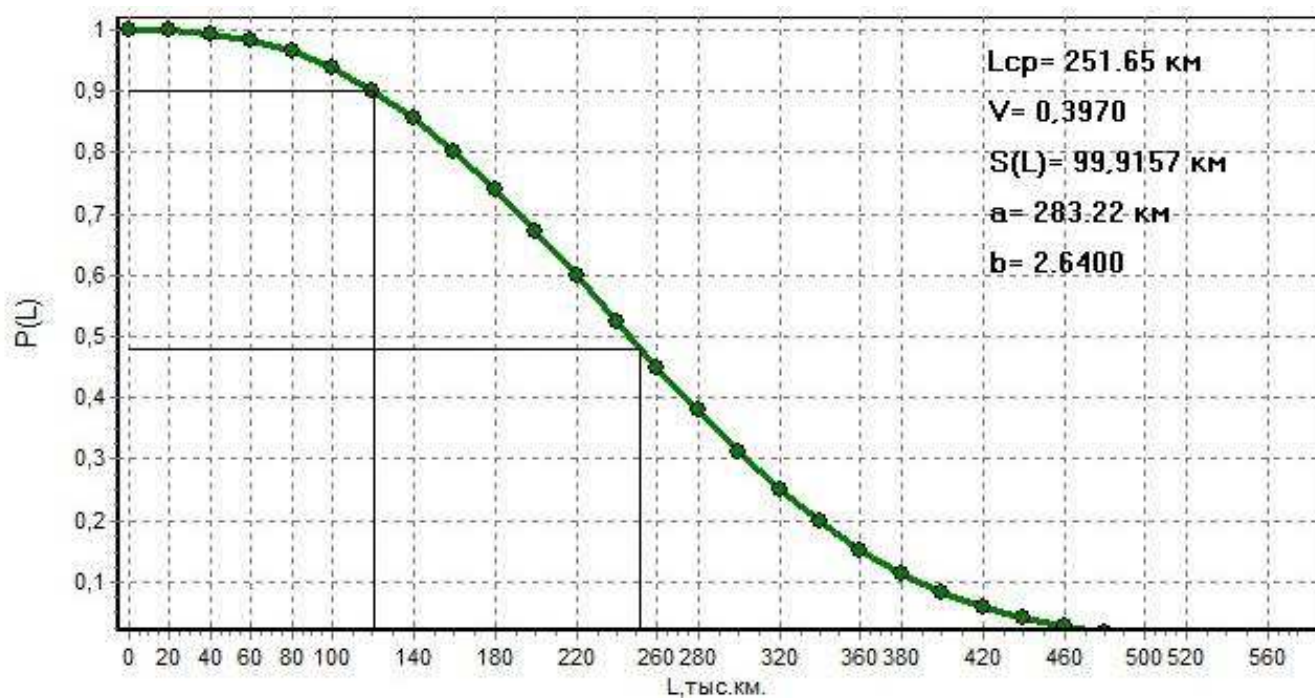


Рисунок 42 – Вероятность безотказной работы генератора

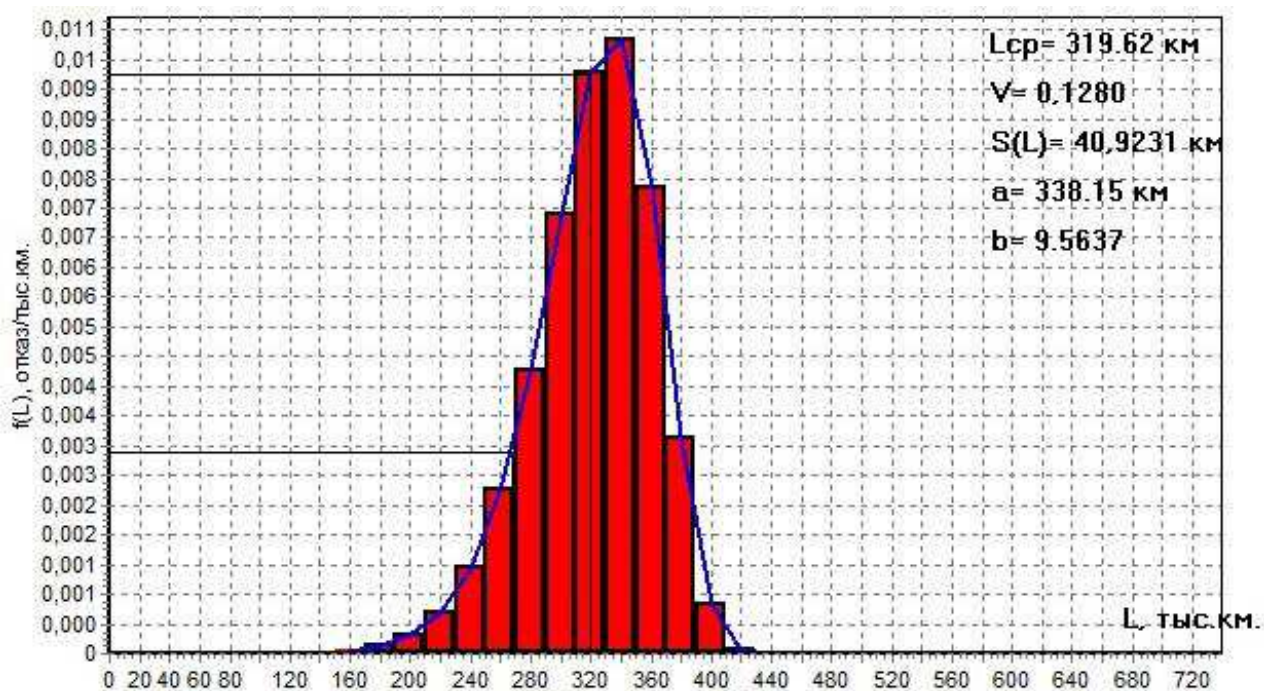


Рисунок 43 – Плотность распределения отказов кольца поршней

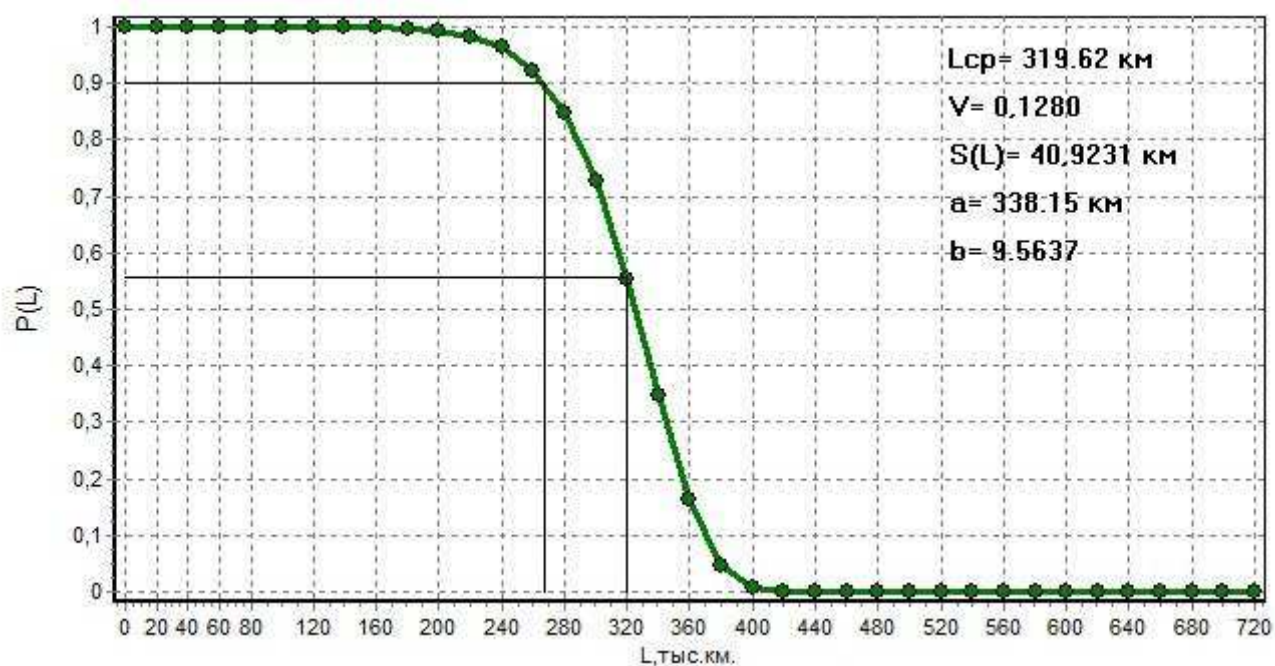


Рисунок 44 – Вероятность безотказной работы кольца поршней

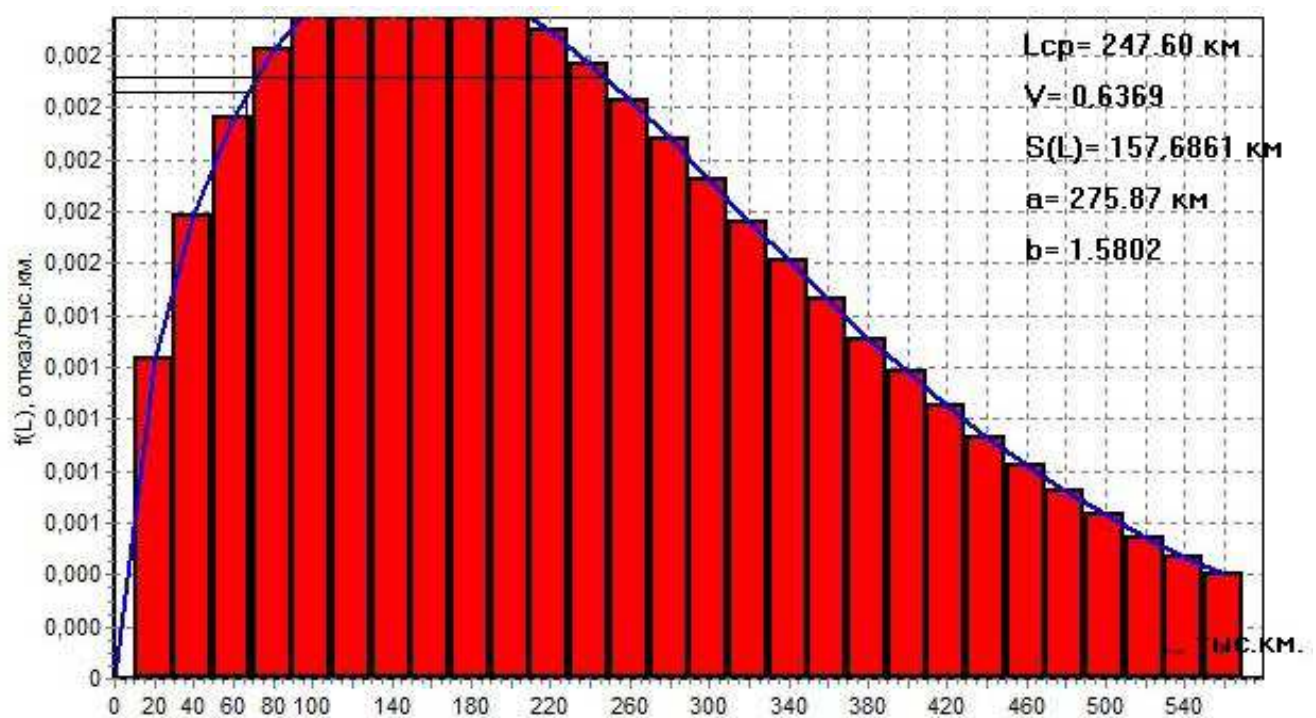


Рисунок 45 – Плотность распределения отказов шлангов компрессора

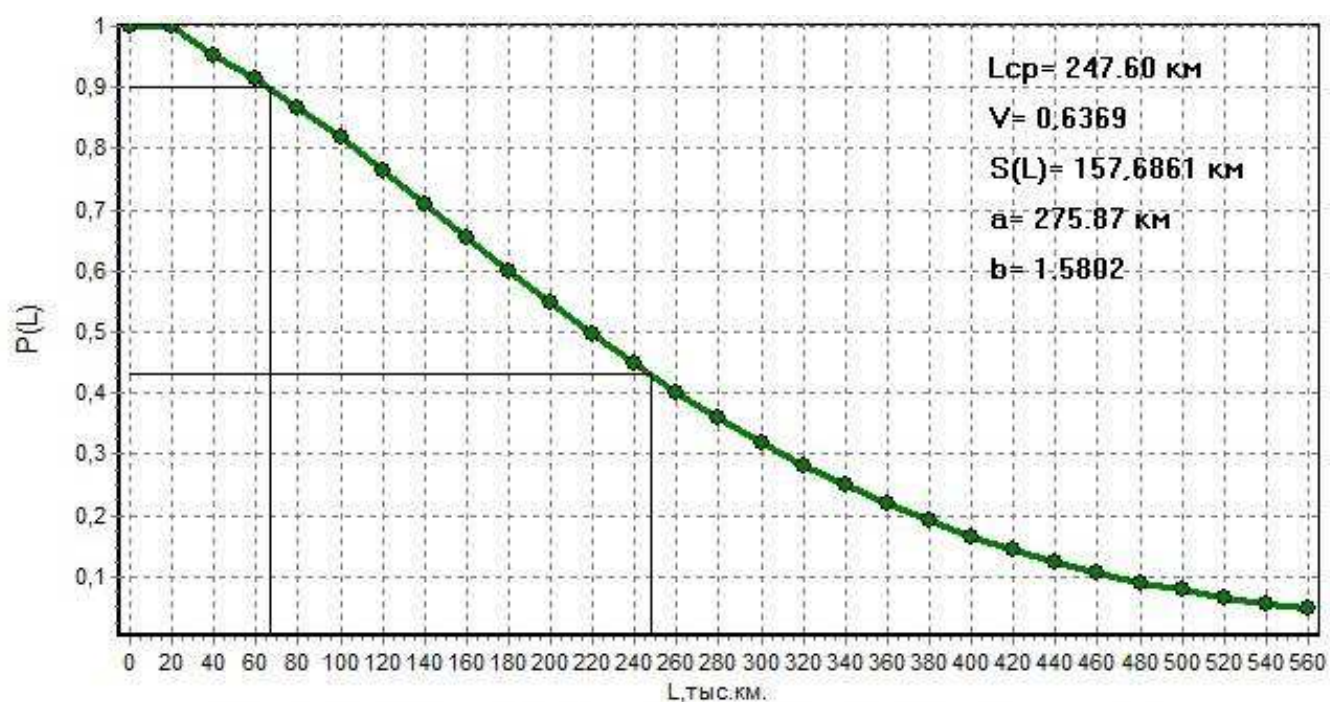


Рисунок 46 – Вероятность безотказной работы шлангов компрессора
 Результаты расчетов представлены на рисунках 23.1-23.20.

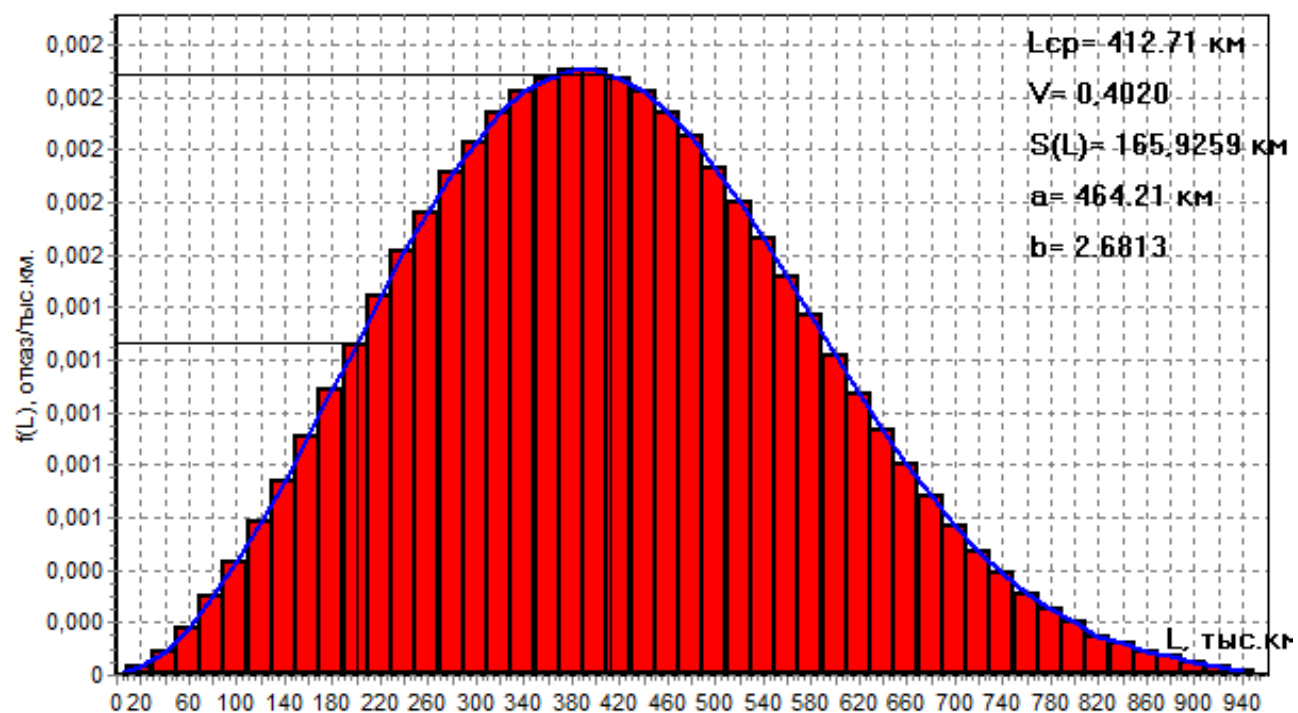


Рисунок 47 – Плотность распределения отказов наконечников рулевых тяг

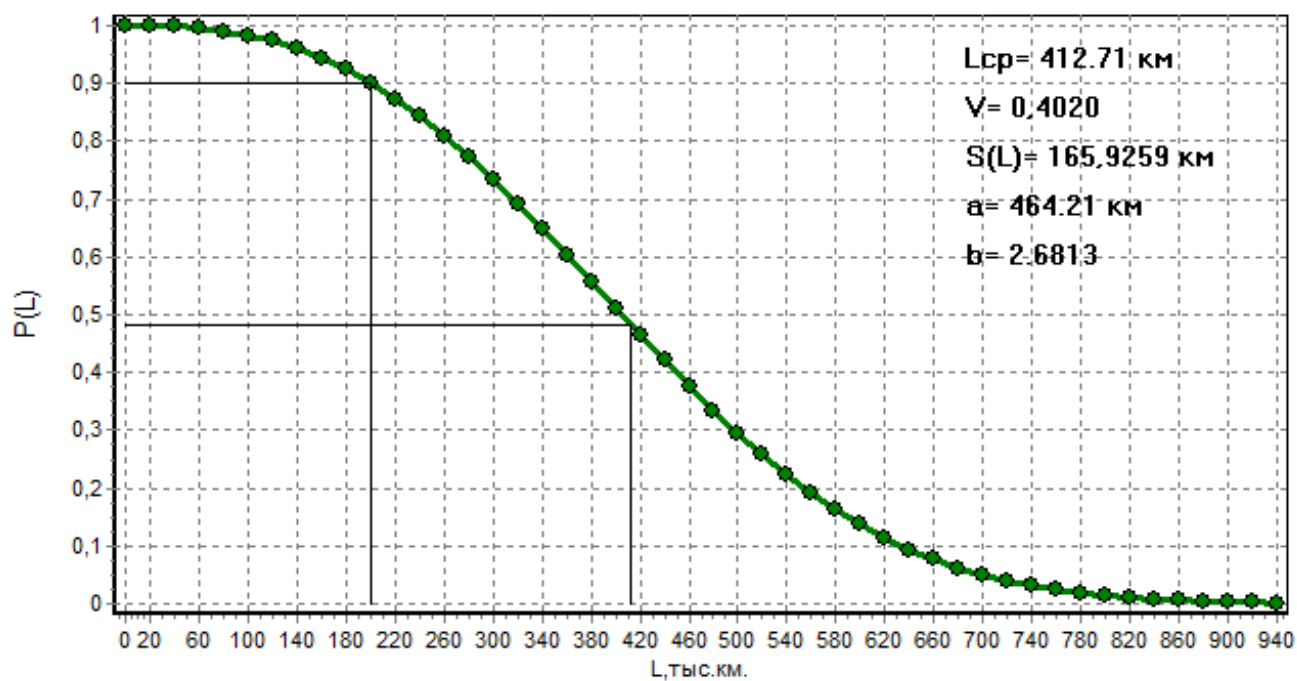


Рисунок 48 – Вероятность безотказной работы наконечников рулевых тяг

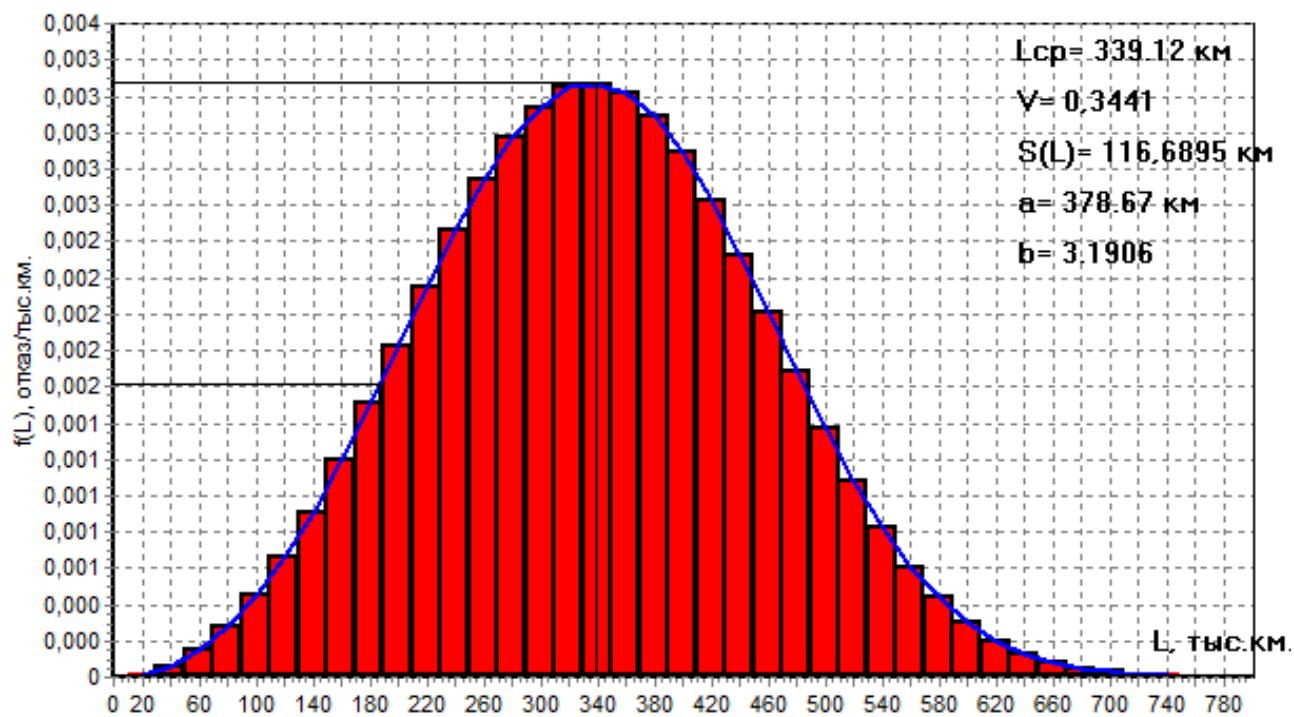


Рисунок 49 – Плотность распределения отказов патрубков РУ

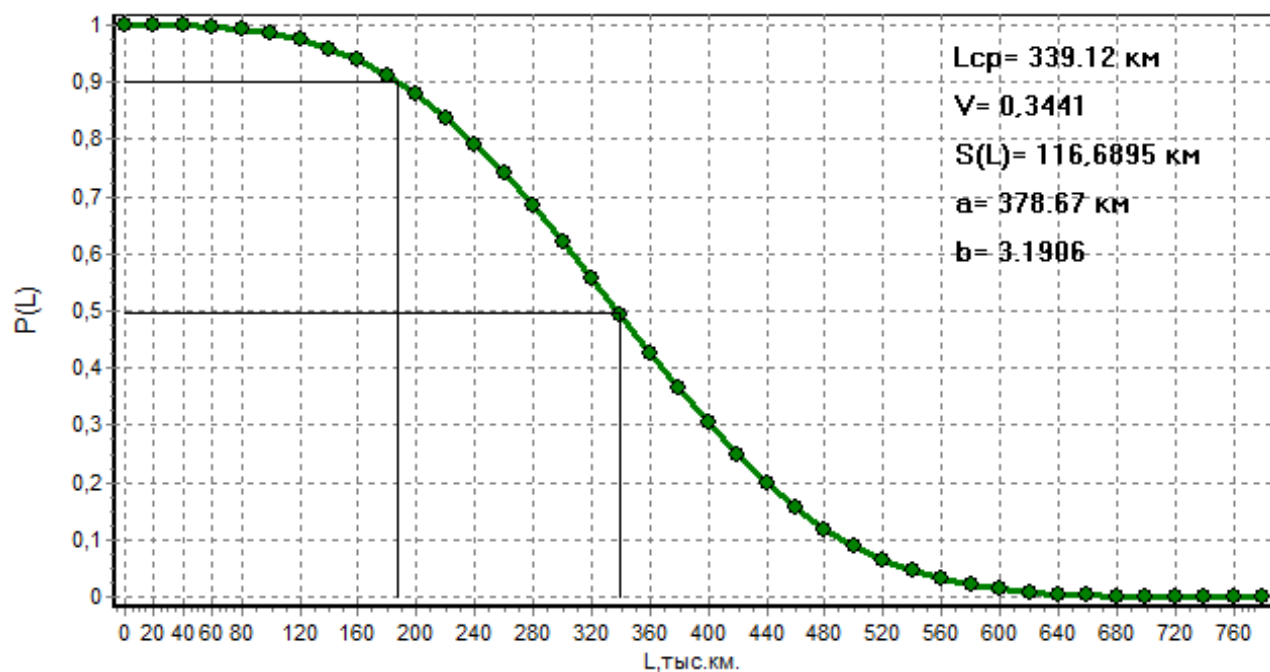


Рисунок 50 – Вероятность безотказной патрубков РУ

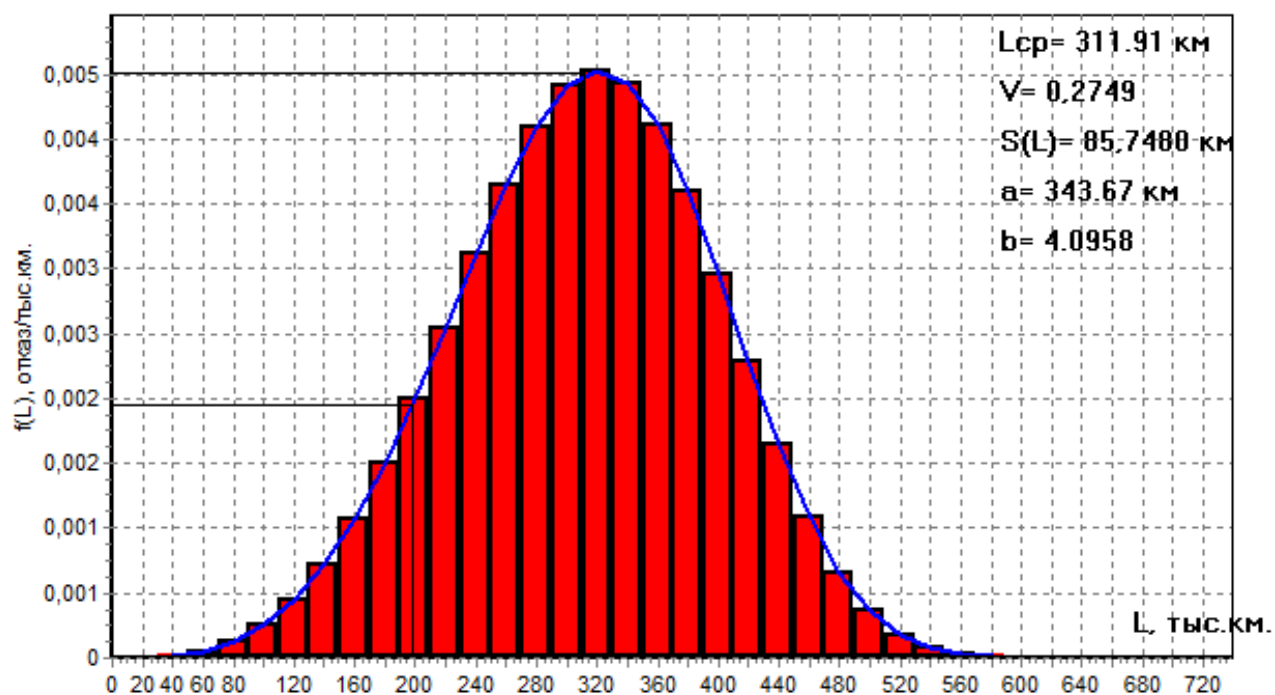


Рисунок 51 – Плотность распределения отказов рулевого кардана

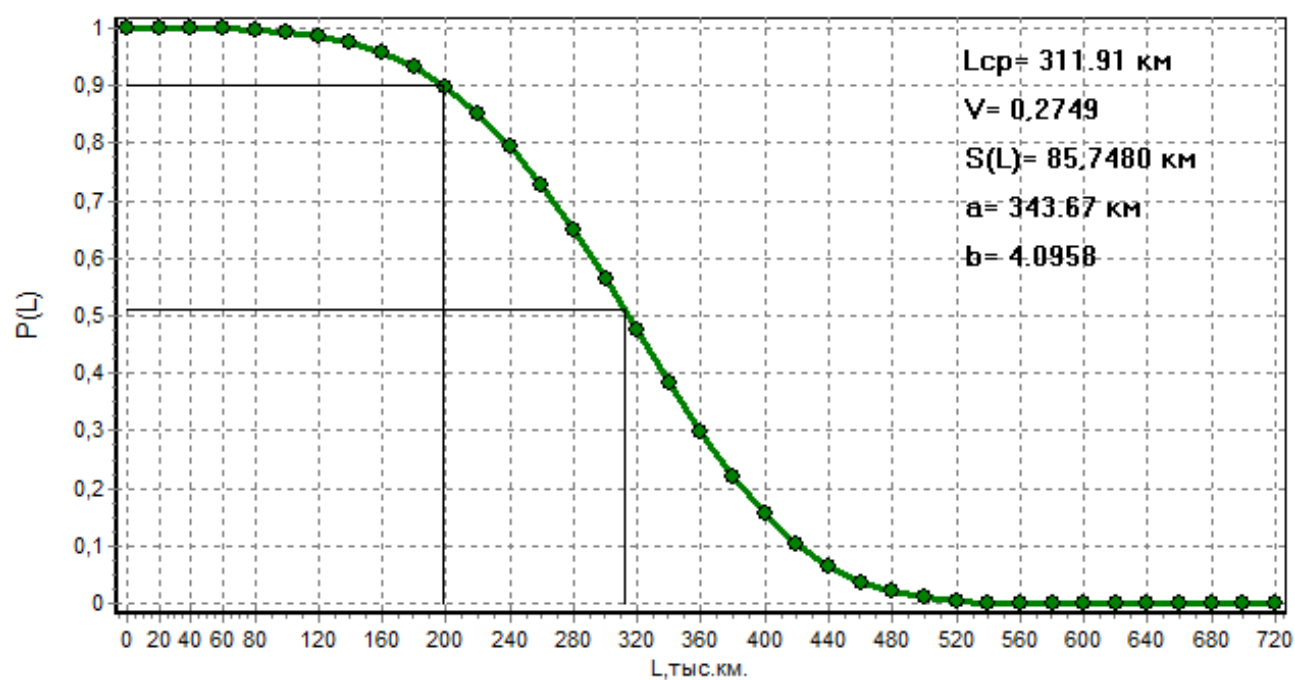


Рисунок 52 – Вероятность безотказной работы рулевого кардана

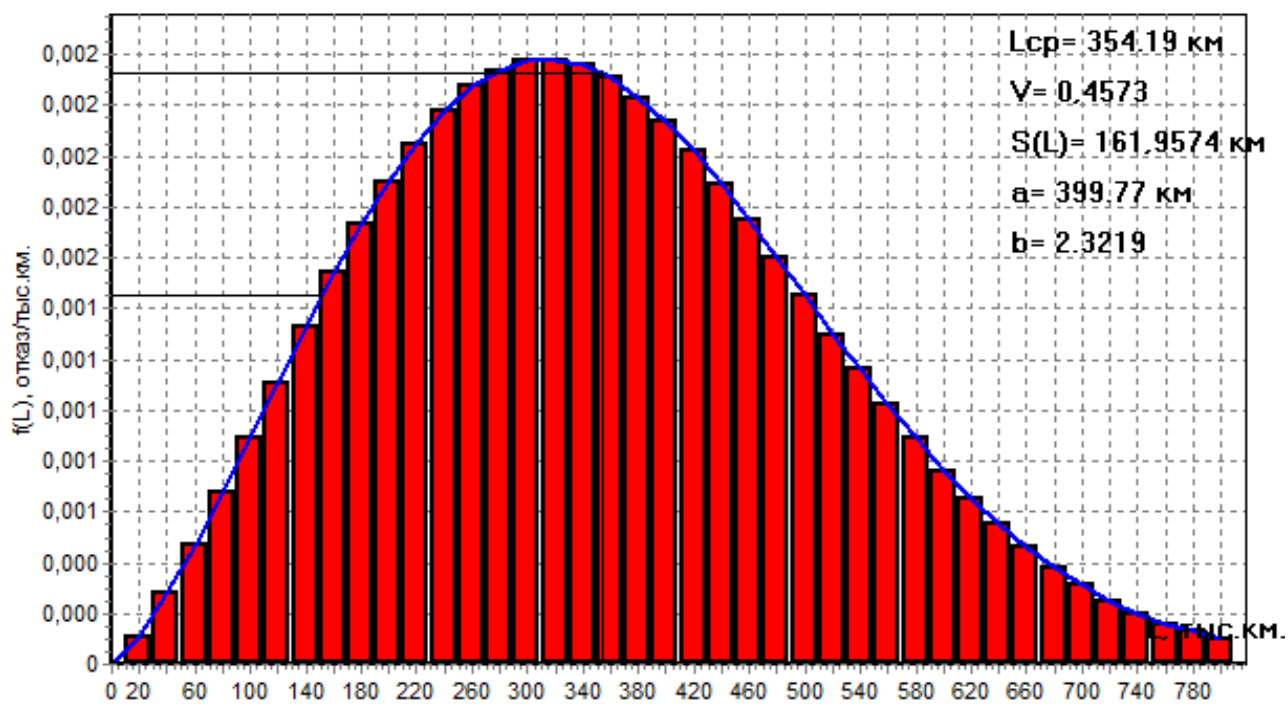


Рисунок 53 – Плотность распределения отказов рулевого механизма

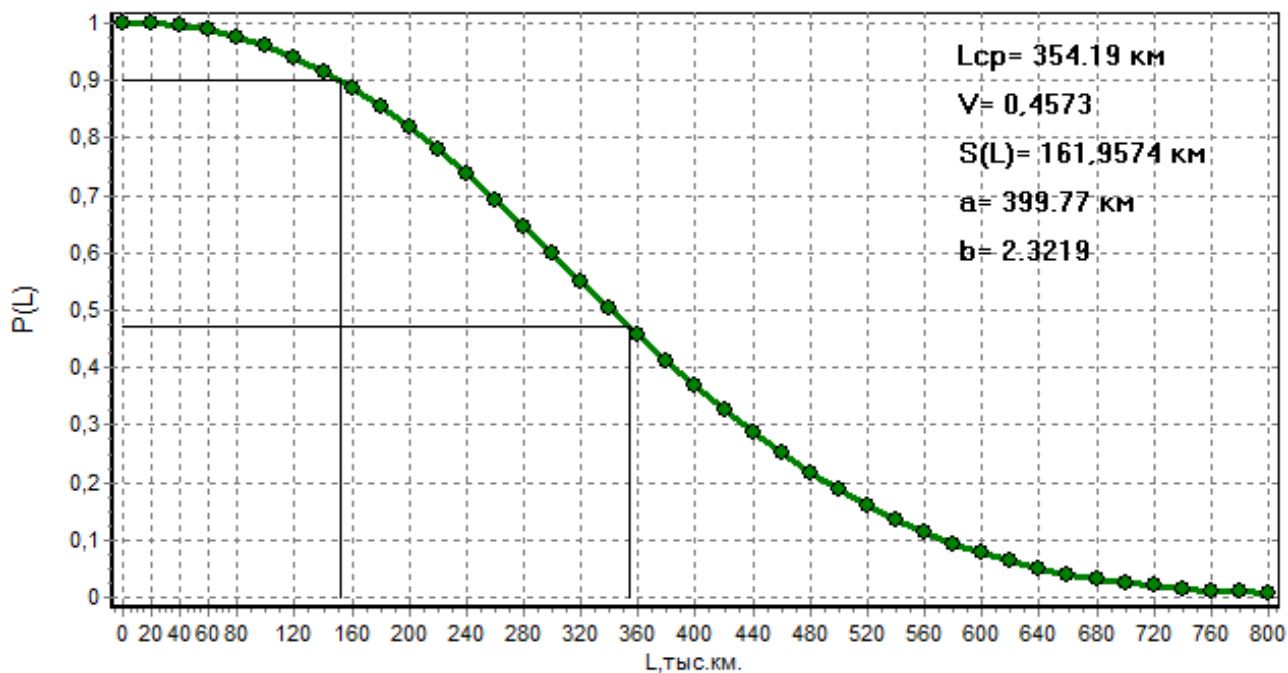


Рисунок 54 – Вероятность безотказной работы рулевого механизма

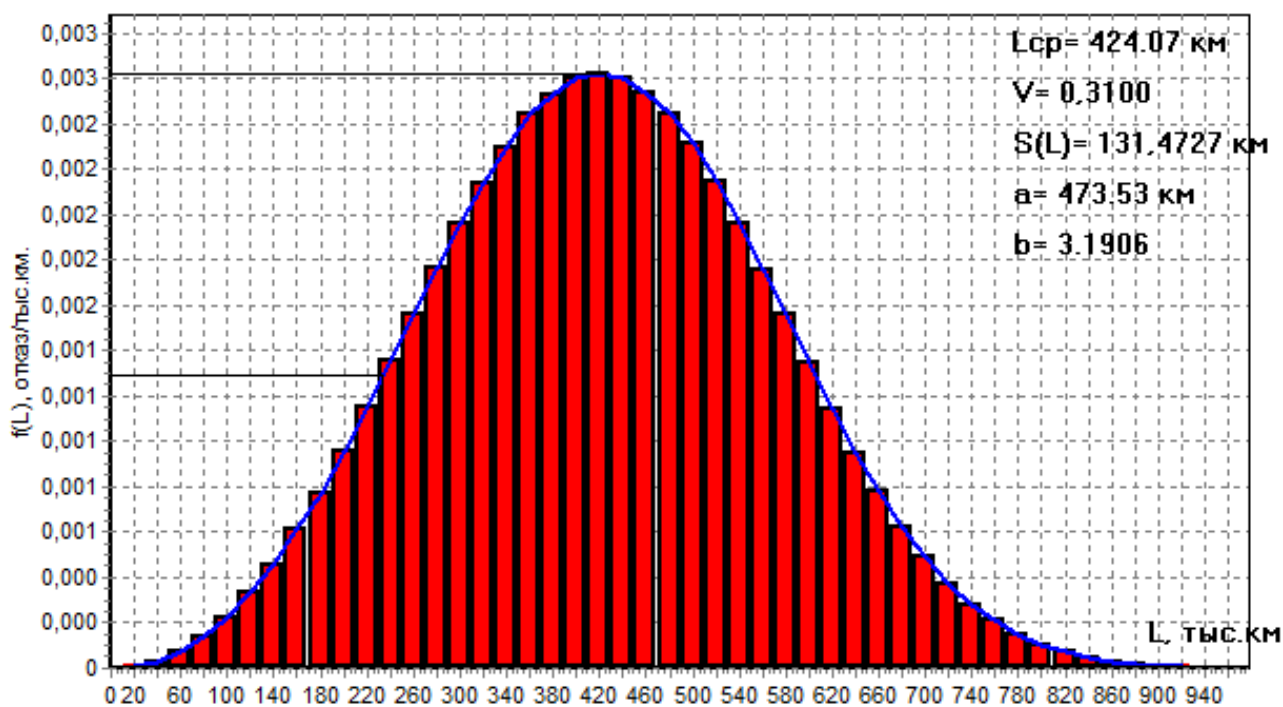


Рисунок 55 – Плотность распределения отказов рулевых тяг

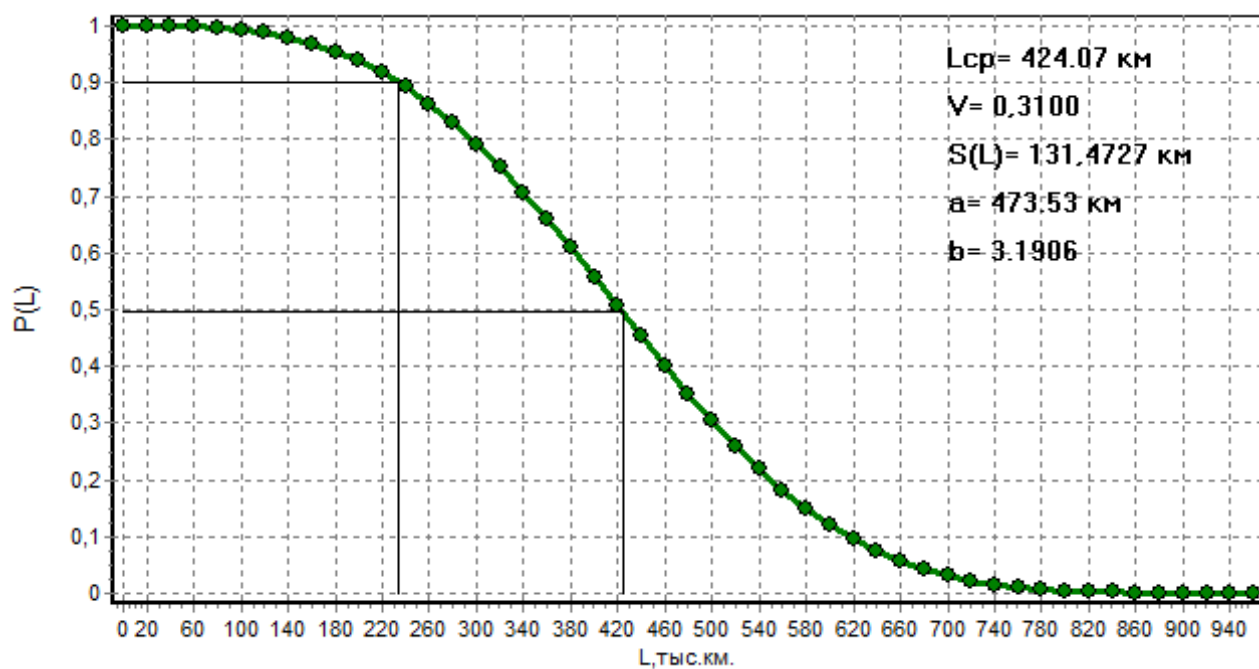


Рисунок 56 – Вероятность безотказной работы рулевых тяг

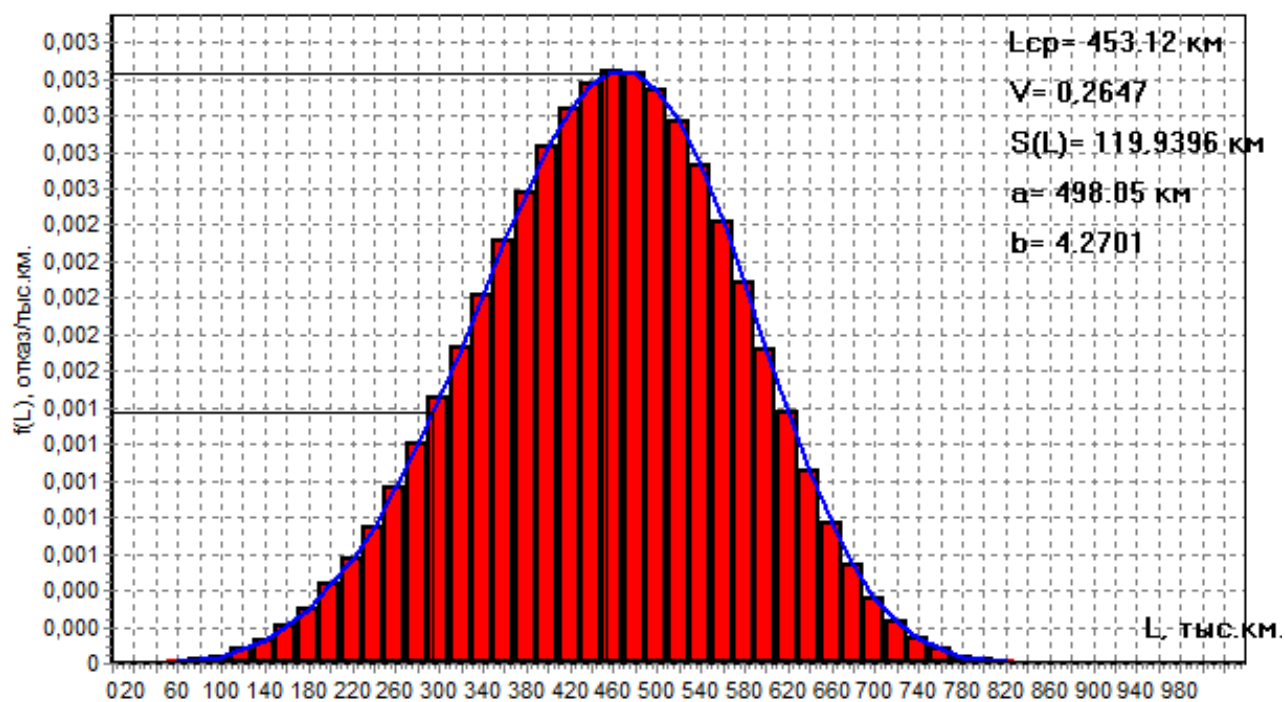


Рисунок 57 – Плотность распределения отказов силового цилиндра

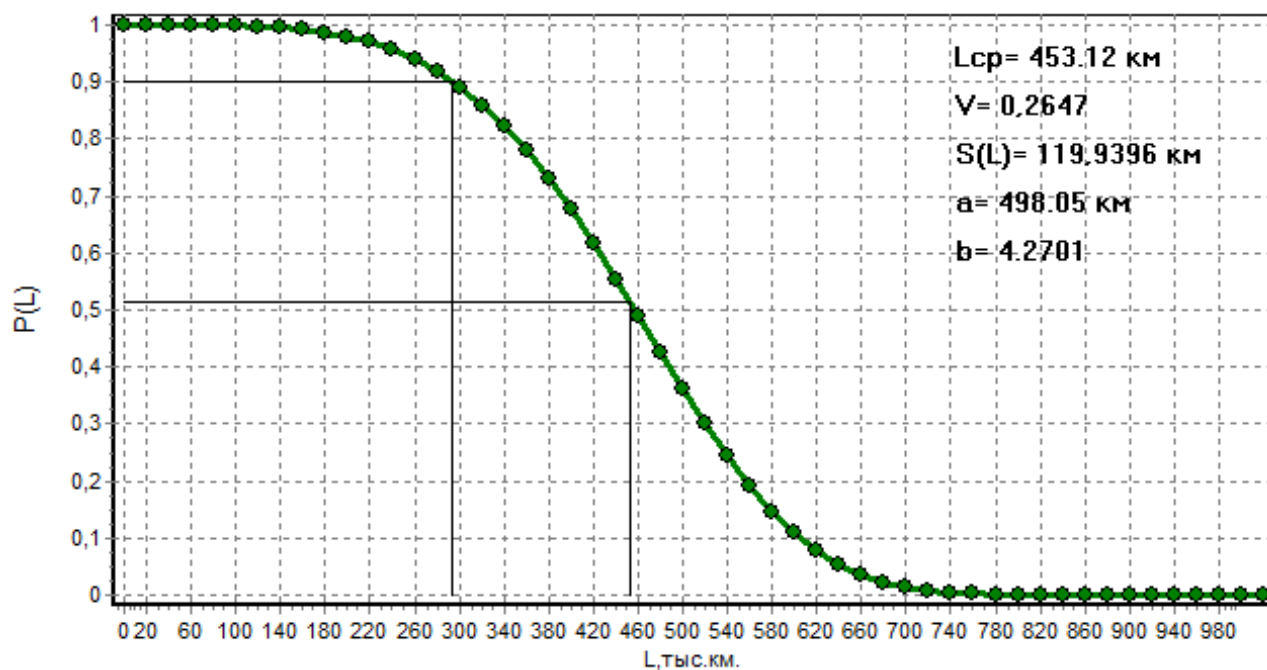


Рисунок 58 – Вероятность безотказной работы силового цилиндра

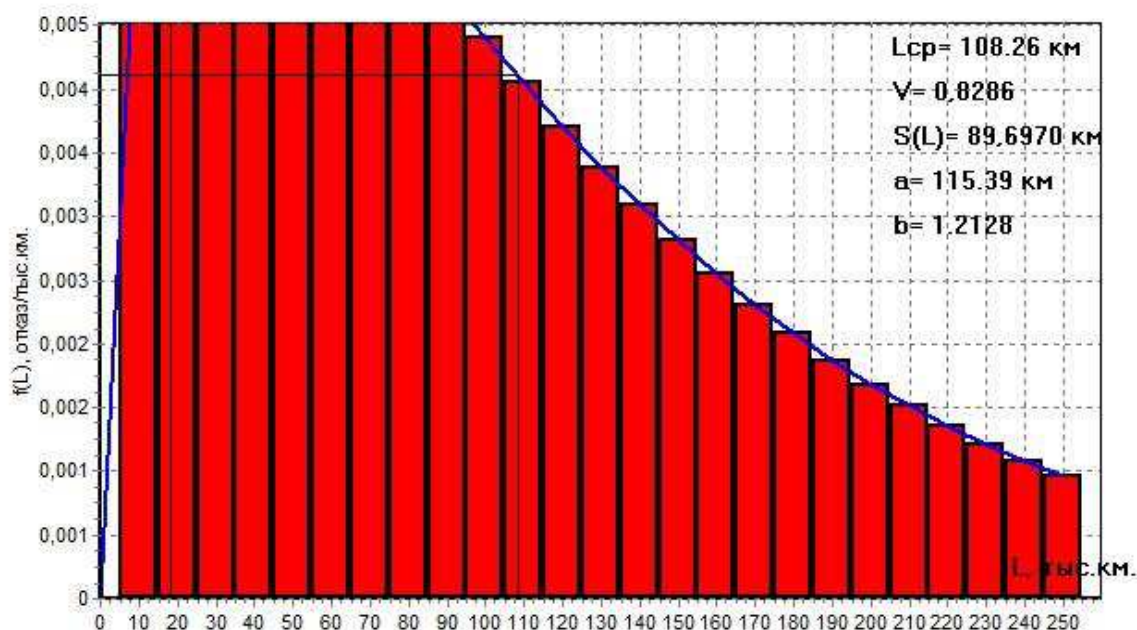


Рисунок 59 – Плотность распределения отказов Тормозного шланга

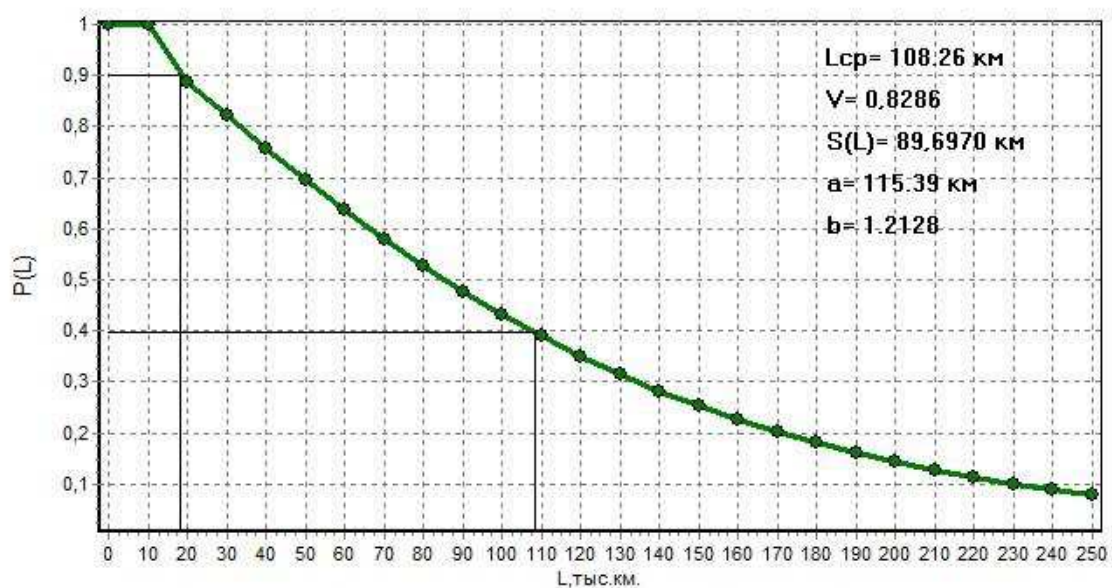


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы Тормозной шланг

Рисунок 60 – Вероятность безотказной работы Тормозного шланга

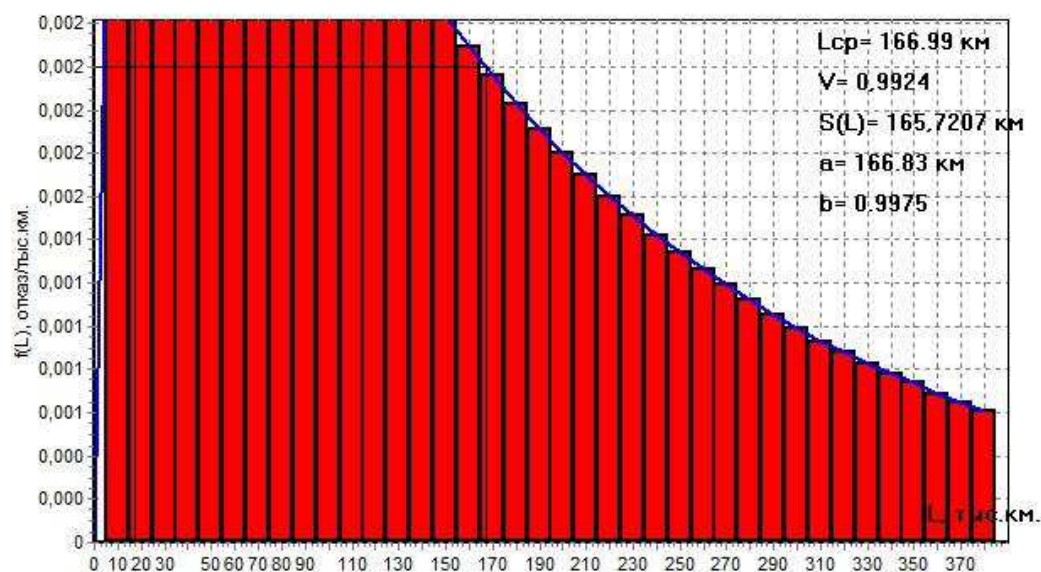


Рисунок 61 – Плотность распределения отказов Регулировочного рычага

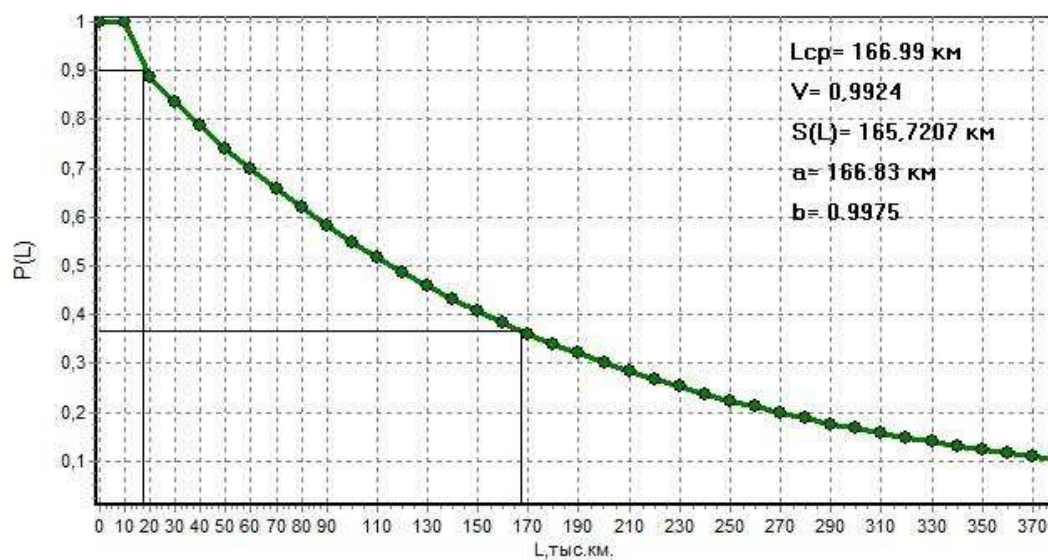


Рисунок 62 – Вероятность безотказной работы Регулировочного рычага

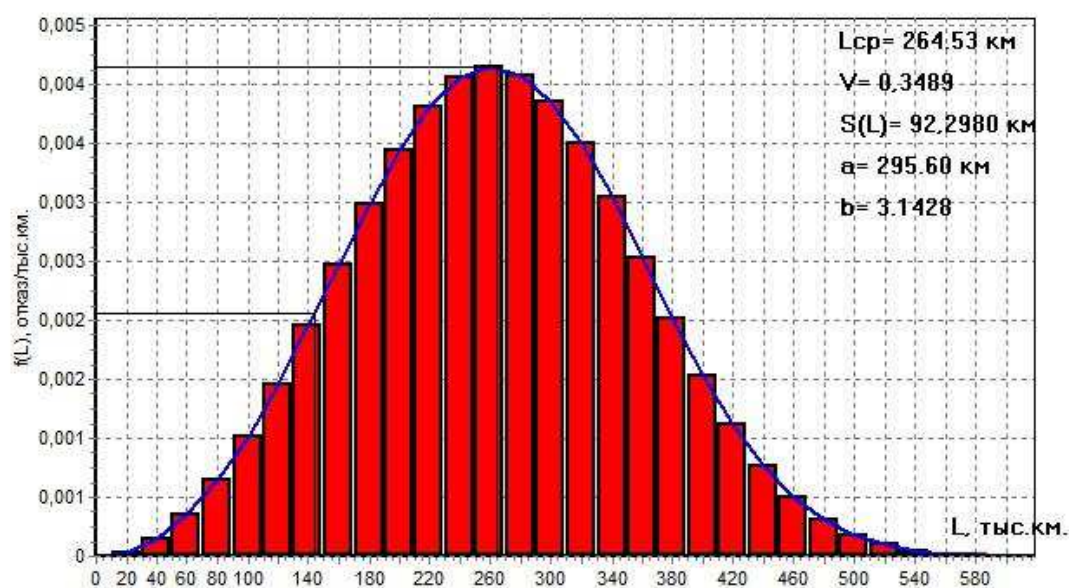


Рисунок 63 – Плотность распределения отказов Фильтра осушителя

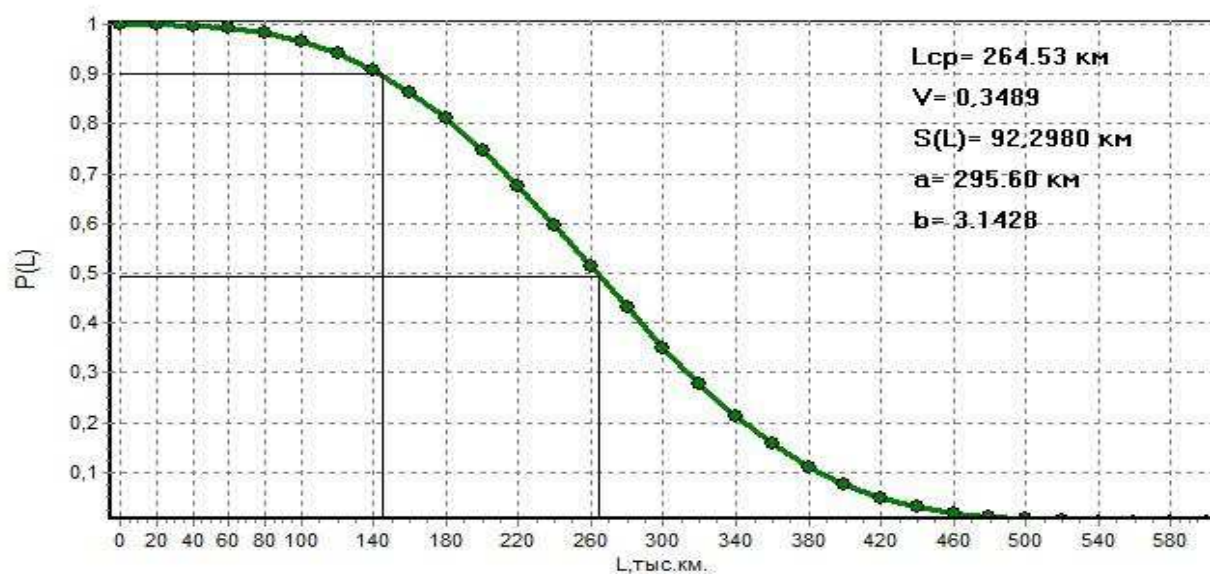


Рисунок 64 – Вероятность безотказной работы Фильтра осушителя

6 Формирование карты безотказности

На основе полученных вариационных рядов представляется возможность определить показатели безотказности, долговечности соответствующего элемента. Более подробные изображения карты безотказности представлены в приложении А.

Для этого воспользуемся программой ЭВМ «Оценка показателей надежности» в которой производим последовательный расчет показателей долговечности, критерия Пирсона и показателей безотказности каждого вариационного ряда. Используя графики вероятности безотказной работы для каждого элемента топливной системы произведем формирование карты безотказности. Карта безотказности представляет собой объединение графиков вероятности безотказной работы до первой и последующих замен элементов, с указанием места их расположения на автомобиле.

6.1 Пример расчета системы профилактики как СМО

Проведение исследования предполагает выполнение следующих пунктов:

- оптимизация системы профилактики как СМО (расчет);
- выводы, построение графиков.

На основании данных накопленных в течение нескольких лет МАДИ и СФУ были определены характеристики надёжности грузового АТС (таблица 7).

Таблица 7 – Технический регламент профилактики автобусов МАЗ-103

№ п/п	Наименование (агрегата, узла, механизма, № РТВ)	$\omega(L)$, отказ/тыс.км.	$t_{срi}$, чел.-ч
1	РТВ-1	0,01	3
2	РТВ-2	0,0046	12,5
3	РТВ-3	0,0031	50,4
4	РТВ-4	0,0023	4
5	РТВ-5	0,0018	6
	ИТОГО	0,0218	75,9

Основываясь на этих данных, произведём расчет числа постов (каналов) обслуживания.

Примем данные необходимые для расчета:

Таблица 8 – Исходные данные для расчета оптимизации.

Наименование	Значение
списочное число автомобилей	$A_c = 93$ ед.
среднесуточный пробег	$L_{cc} = 200$ км.
вероятность безотказной работы АТС	$P(L) = 0,8$

Окончание таблицы 8

коэффициент одновременности устранения отказа при одном обслуживании	$k_r=1,25$
разрешающая способность диагностики	$P_d=0,8$
коэффициент снижения трудоёмкости при диагностики	$K_n=0,9$
коэффициент увеличения трудоёмкости из-за потерь по условиям труда	$K_t=1,3$
поправочный эксплуатационный коэффициент	$K_o=0,9$

Определим число требований поступающих в систему профилактики:

$$N_{Ci1} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{cc}}{P(L) \cdot kr \cdot Pd} = \frac{0.00001 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0,242$$

$$N_{Ci2} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{cc}}{P(L) \cdot kr \cdot Pd} = \frac{0.0000046 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0,111$$

$$N_{Ci3} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{cc}}{P(L) \cdot kr \cdot Pd} = \frac{0.0000031 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0,075$$

$$N_{Ci4} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{cc}}{P(L) \cdot kr \cdot Pd} = \frac{0.0000023 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0,055$$

$$N_{Ci5} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{cc}}{P(L) \cdot kr \cdot Pd} = \frac{0.0000018 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0,043$$

Произведём расчет при $T_{cm}=8$.

Определим продолжительность обслуживания:

$$t_{PTB-1}^* = \frac{\tau_{CPj} \cdot K_t \cdot K_n \cdot K_o}{P_n} = \frac{3 \cdot 0.9 \cdot 1.3 \cdot 0.9}{2} = 1,57$$

$$t_{PTB-2}^* = \frac{\tau_{CPj} \cdot K_t \cdot K_n \cdot K_o}{P_n} = \frac{12,5 \cdot 0.9 \cdot 1.3 \cdot 0.9}{2} = 6,5$$

$$t_{PTB-3}^* = \frac{\tau_{CPj} \cdot K_t \cdot K_H \cdot K_{\sigma}}{P_n} = \frac{50,4 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 0,9}{2} = 26,5$$

$$t_{PTB-4}^* = \frac{\tau_{CPj} \cdot K_t \cdot K_H \cdot K_{\sigma}}{P_n} = \frac{4 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 0,9}{2} = 2,1$$

$$t_{PTB-5}^* = \frac{\tau_{CPj} \cdot K_t \cdot K_H \cdot K_{\sigma}}{P_n} = \frac{6 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 0,9}{2} = 3,1$$

Интенсивность обслуживания определим, как:

$$\mu_{PTB-1} = \frac{8}{t_{PTB-1}^*} = \frac{8}{1,57} = 5,1$$

$$\mu_{PTB-2} = \frac{8}{t_{PTB-2}^*} = \frac{8}{6,5} = 1,2$$

$$\mu_{PTB-3} = \frac{8}{t_{PTB-3}^*} = \frac{8}{26,5} = 0,3$$

$$\mu_{PTB-4} = \frac{8}{t_{PTB-4}^*} = \frac{8}{2,1} = 3,7$$

$$\mu_{PTB-5} = \frac{8}{t_{PTB-5}^*} = \frac{8}{3,1} = 2,5$$

Тогда приведённая плотность потока требований рассчитаем, как:

$$\rho_{PTB-1} = \frac{N_{ci1}}{\mu} = \frac{0,242}{5,1} = 0,04$$

$$\rho_{PTB-2} = \frac{N_{ci2}}{\mu} = \frac{0,111}{1,2} = 0,09$$

$$\rho_{PTB-3} = \frac{N_{ci3}}{\mu} = \frac{0,075}{0,03} = 0,24$$

$$\rho_{PTB-4} = \frac{N_{ci4}}{\mu} = \frac{0,055}{3,7} = 0,014$$

$$\rho_{PTB-5} = \frac{N_{ci5}}{\mu} = \frac{0,055}{2,5} = 0,017$$

Согласно условию, минимальное число постов (каналов) обслуживания принимаем для всех РТВ: $X_{\min}=1$, так как приведенная плотность РТВ-1–РТВ-5 не больше 1, то целесообразно объединить выполнение этих работ на 1 посту, при этом определив 1 человека на 1 пост.

Для определения параметров производительности системы определим:

- коэффициент загрузки постов обслуживания

$$\alpha_{3PTB-1,2,3,4,5} = \frac{\rho}{X} = \frac{0,84}{1} = 0,84$$

Вероятность того, что все посты свободны:

так как $\alpha_s < 1$, то расчет произведем по формуле:

$$P_0 = \left[1 + \sum_{k=1}^{X-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^X}{(X-\rho) \cdot (X-1)!} \right]$$

$$P_{0PTB-1,2,3,4,5} = \left[1 + \sum_{k=1}^{X-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^X}{(X-\rho) \cdot (X-1)!} \right]^{-1} = \left[1 + \frac{0,84^1}{1!} + \frac{0,84^2}{2!} + \frac{0,84^3}{3!} + \frac{0,84^4}{(1-0,84) \cdot (4-1)!} \right]^{-1}$$

$$= [1 + 0,84 + 0,35 + 0,12 + 0,84]^{-1} = 0,038$$

Вероятность, что все посты заняты:

так как $\alpha_s < 1$, то расчет произведем по формуле:

$$P = P_0 \frac{\rho^X}{(X-1)!(X-\rho)}$$

$$P_{PTB1} = P_0 \frac{\rho^X}{(X-1)!(X-\rho)} = 0,038 \cdot \frac{0,84^4}{(1-1)!(1-0,84)} = 0,5$$

Длина очереди определится по формуле:

так как $\alpha_s < 1$, то:

$$M_X = 0$$

Среднее число свободных постов:

так как $\alpha_s < 1$, то расчет произведем по формуле:

$$X_{CB} = X - \rho$$

$$X_{CBPTB1,2,3,4,5} = 1 - 0,84 = 0,16$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы были достигнуты поставленная цель и задачи:

1. Усовершенствована технология по отказам автобусов.
2. Усовершенствована модель расчета для нормируемых показателей надежности: безотказности и долговечности.
3. Создана нормативно-технологическая карта потребности запасных частей системы профилактики.
4. Предложен новый способ формирования потребности запасных частей с учетом различных стратегий: регламентная, поэлементная и групповая, и средств диагностики.
5. Разработаны способы и методы прогнозирования, позволяющие оценить потребность запасных частей на расчетных интервалах технического ресурса с момента ввода автобусов в эксплуатацию до предельного состояния.

Оценивание показателей надежности в результате исследования показывает влияние свойств надежности автомобилей на технико-экономические показатели системы профилактики.

Для эффективного управления товарно-материальными ценностями предложено деление номенклатуры методом ABC по стоимостному показателю. Выбор именно стоимостного показателя позволит выявить самые дорогостоящие товары, на которые необходимо обратить внимание. Необходимо выявить причины расхода этих дорогостоящих запасов, по показателям надежности, оценить причины расхода данного количества ТМЦ и при возможности принять меры по реорганизации номенклатуры групп. В добавок к вышеизложенному необходимо применить для пополнения ТМЦ метод XYZ. Данный метод позволит упростить систему сбора данных о расходе и приобретении ТМЦ.

Делая окончательные выводы, стоит отметить, что высокоэффективная организация работы с ТМЦ в настоящее время возможна только при условии системной организации сбыта, управления запасами на основе научных методов, компьютеризации статистики, анализа, прогноза, обработки всей документации, позволяющей не только оптимизировать запасы, снизить расходы по хранению товаров, но и значительно ускорить обслуживание заявок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Крамаренко, Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник / Г.В. Крамаренко. – Москва : Транспорт, 1972. – 346 с.
- 2 Шейнин, А.М. Методы расчета потребности автомобильного парка в техническом обслуживании и ремонте / А.М. Шейнин. – Москва : Транспорт, 1966. – 257 с.
- 3 Булгаков, Н. Ф., Коваленко, В. В., Шалимов, С. Н. Модель проектирования технического регламента профилактики сложных систем (на примере эксплуатации городского пассажирского транспорта Сибири) / Н. Ф. Булгаков, В. В. Коваленко, С. Н. Шалимов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №5. – 20 с.
- 4 Булгаков, Н.Ф., Бурхиев, Ц.Ц. Управление качеством профилактики АТС. Моделирование и оптимизация. Красноярск: КГТУ, 2002. 164 с.
- 5 Булгаков, Н.Ф., Коваленко, В.В., Шалимов, С.Н. Модель проектирования технического регламента профилактики сложных систем (на примере эксплуатации городского пассажирского транспорта Сибири) // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/105-7277> (дата обращения: 26.10.2012).
- 6 Булгаков, Н.Ф., Коваленко В.В., Шалимов С. Н. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2007613059 “Модель автоматизированного управления информационным обеспечением системы профилактики”, зарег. 06.07.2010 г. – 1с.
- 7 Булгаков, Н.Ф., Коваленко В.В., Сиренко Л.Н., М.А. Сысоев, Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2007613059 “Модель статистического оценивания характеристик надежности и эффективности”, зарегистрировано 17.07. 2007 г. – 1 с.
- 8 Булгаков Н.Ф., Коваленко В.В., Сиренко Л.Н. Свидетельство №2009612900 от 4 июня 2009 г. “Модель проектирования регламента профилактики ” - 1 с.
- 9 Булгаков, Н.Ф. Мониторинг, оценка и проектирование системы профилактики на транспорте // Коваленко, В.В.; Булгаков, Н.Ф.; Махова, Е.Г.; Латкин, П.С. Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2016. Т. 8. № 7. С. 941-947
- 10 Блянкинштейн, И. М. Основы проектирования, расчета и эксплуатации технического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей: метод. указания по курсовой работе / И.М. Блянкинштейн. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 16 с.
- 11 Чернавский, С. А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебно-справочное пособие для ВУЗов / С.А. Чернавский. – М.: Машиностроение, 1984. – 184 с.
- 12 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: справочник / В. И. Анурьев. – Москва : Машиностроение, 1992. – Т2-784 с.; Т3-720 с.

13 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. ОНТП-01-91 / Гипроавтотранс. М., 1991. – 184 с.

14 Ведомственные строительные нормы предприятий по обслуживанию автомобилей. ВСН 01-89 / Минавтотранс РСФСР. М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1990. – 52 с.

14 Сборник технико-экономических показателей предприятий автомобильного транспорта на 1991-1995 гг. РД-200-РСФСР-13-0166-90 / Минавтотранс РСФСР; Гипроавтотранс. М., 108 с.

15 СТО 4.2–07–2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности / разработ. Т.В. Сильченко, Л.В. Белошапко, М.И. Губанова. Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 47 с.

16 Естественное и искусственное освещение: СНиП 23–05–95. Москва, 1996. – 88 с.

17 Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

18 Гейко, Ю. В. Российская автотранспортная энциклопедия: Техническая эксплуатация и ремонт автотранспортных средств / Ю. В. Гейко, А. П. Насонов. Т.3. Москва: РООНП, 2000. – 456 с.

19 Масуев, М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений / М. А. Масуев. Москва: Издательский центр «Академия», 2007. – 224 с.

20 Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) / С. В. Белов. - Москва: Юрайт, 2011. – 682 с.

21 Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное) / под общ. ред. Н.С. Буренина, М.В. Волкодаева, А.Ф. Губанова. СПб.: НИИ Атмосфера, 2005. – 166 с.

22 ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

23 ГОСТ 27.202-83 Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции.

24 ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия термины и определения.

25 ГОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.

26 ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.

27 ГОСТ 27.410-87 Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность.

28 Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007613059 “Модель статистического оценивания характеристик надежности и

эффективности техники” авторы: Н.Ф. Булгаков, Л.Н. Сиренко, В.В. Коваленко, М.А. Сысоев, зарегистрировано 17 июля 2007 г.

29 Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2008610013 “Оптимизация системы профилактики” авторы: Н.Ф. Булгаков, Л.Н. Сиренко, В.В. Коваленко, зарегистрировано 09 января 2008 г.

30 Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2009612900 “Модель проектирования регламента профилактики” авторы: Н.Ф. Булгаков, Л.Н. Сиренко, В.В. Коваленко, зарегистрировано 04 июня 2009 г.

31 Булгаков Н.Ф., Шейнин А.М., Зарубкин В.А. Метод системного подхода при планировании ТР автомобилей // Труды МАДИ. 1974. Вып. 79. С. 155.

32 Булгаков, Н.Ф. Статистические модели оптимизации и управления эксплуатационной надежностью автотранспортных средств : дис. ...д-ра техн. наук : 05.13.14 / Булгаков Николай Федорович. – Красноярск, 2000. – 293 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Карты безотказности ДВС автобуса МАЗ-103

Рисунок А.1 – Карта безотказной работы ДВС МАЗ-103

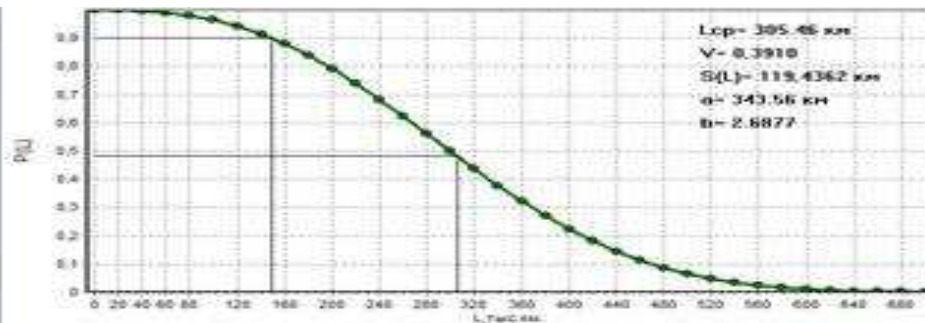


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы Распределитель форсунок

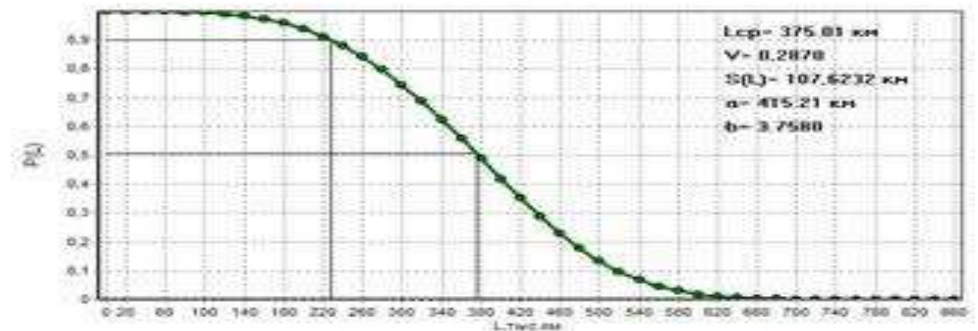


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы Прокладка клапанной крышки

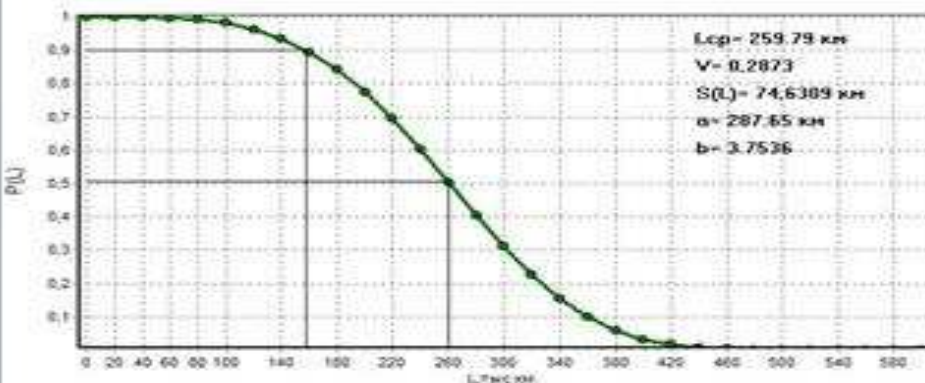


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы Подшипник ДВС



Рисунок А.2 – Карта безотказной работы ДВС МАЗ-103

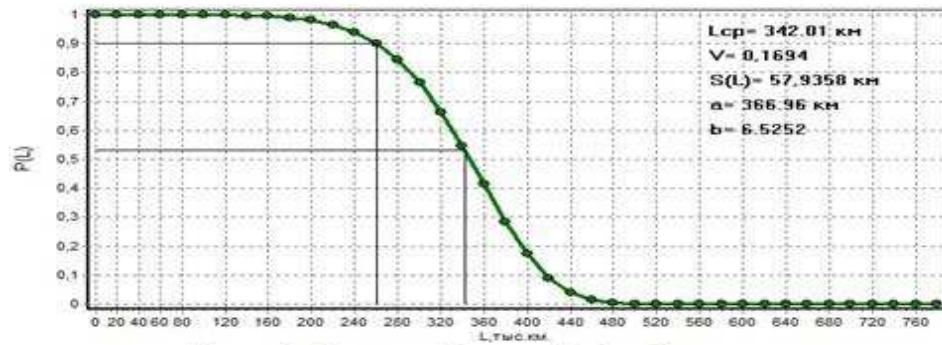


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы Вкладыши

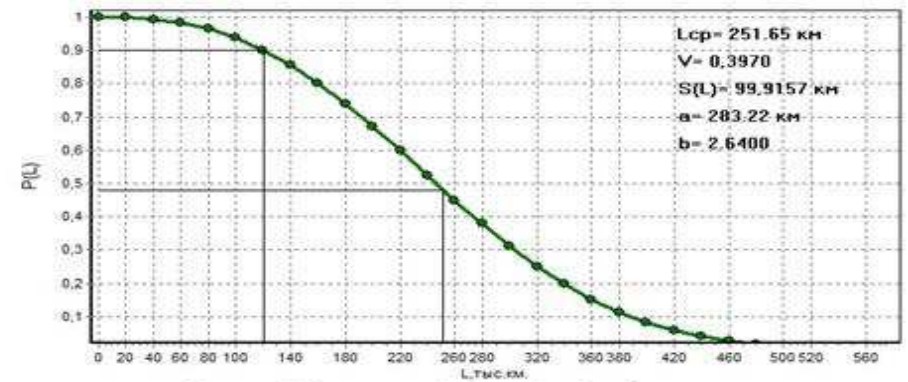
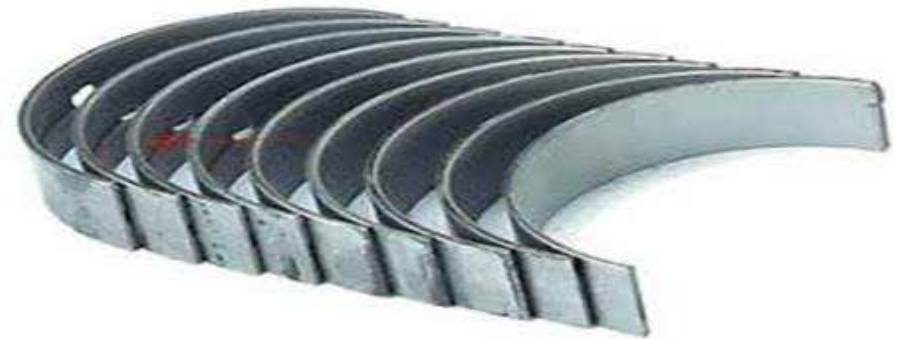


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы Генератор

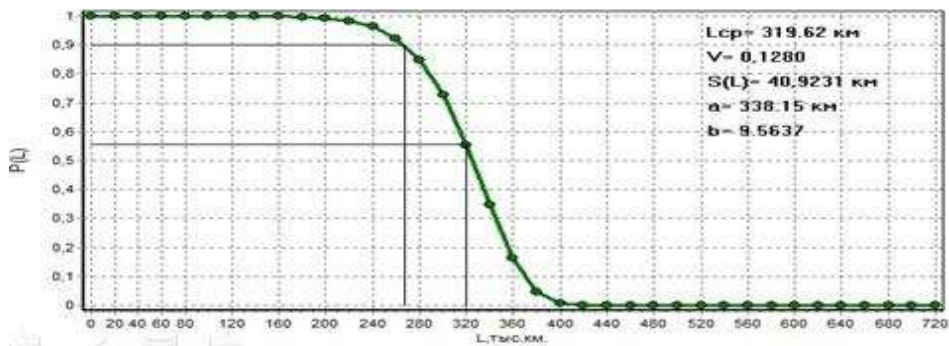


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы Кольца поршней



ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное)

Карты безотказности рулевого управления автобуса МАЗ-103

Рисунок А.3 – Карта безотказной работы рулевого управления

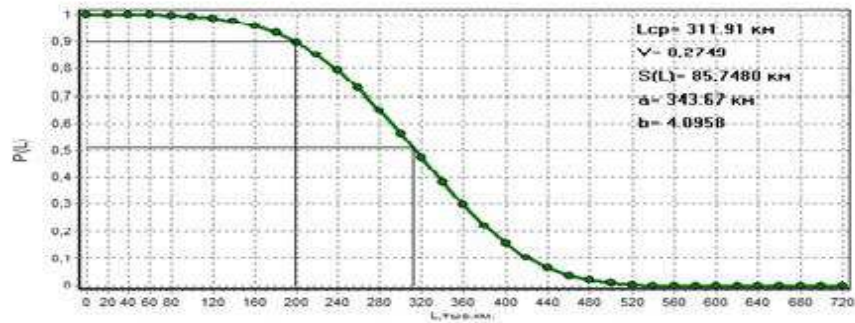


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы рулевой кардан

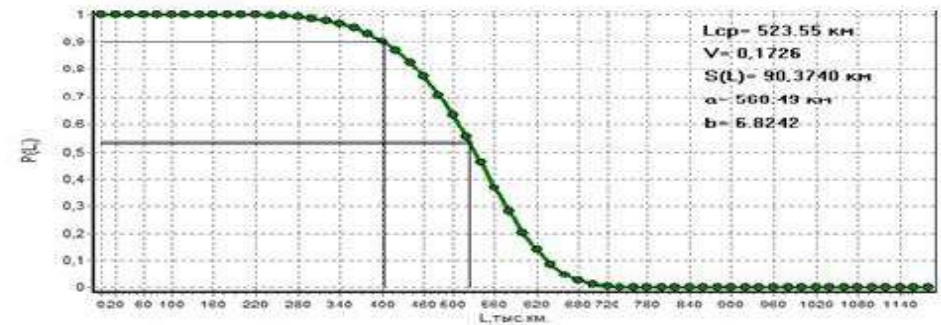


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы маятниковый рычаг

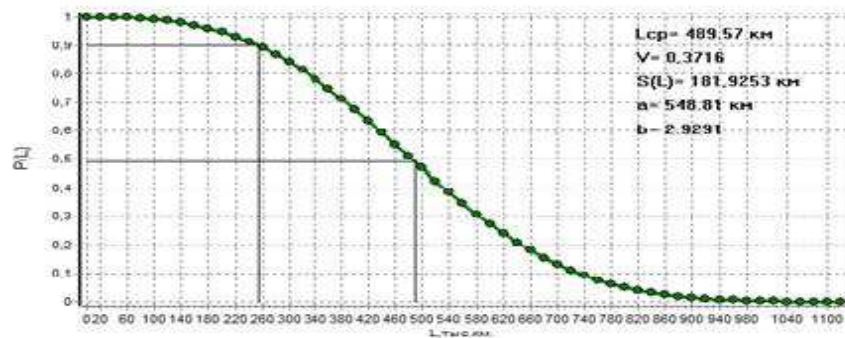


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы насос



Рисунок А.4 – Карта безотказной работы рулевого управления

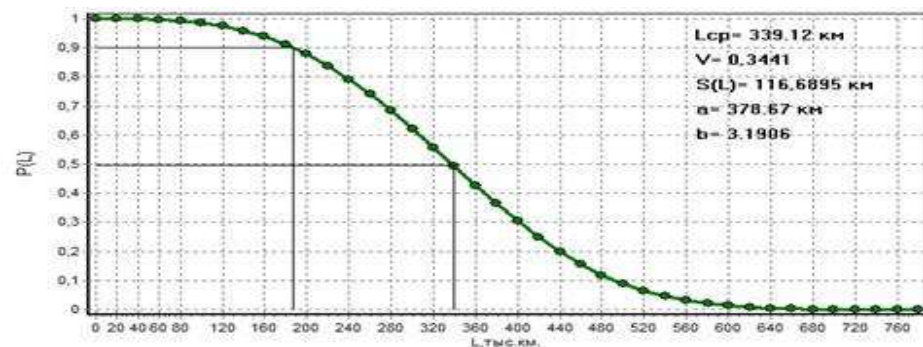


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы патрубков РВ

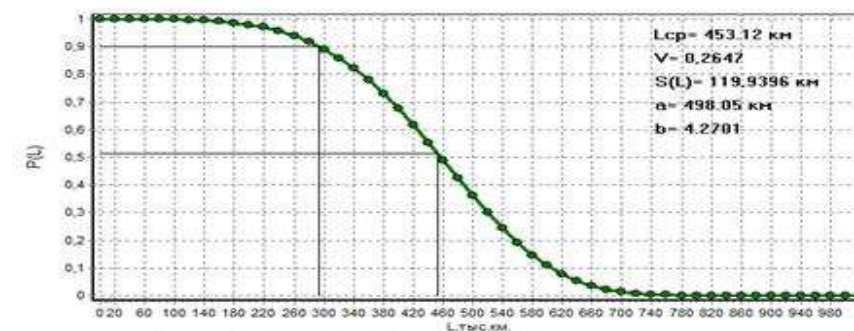
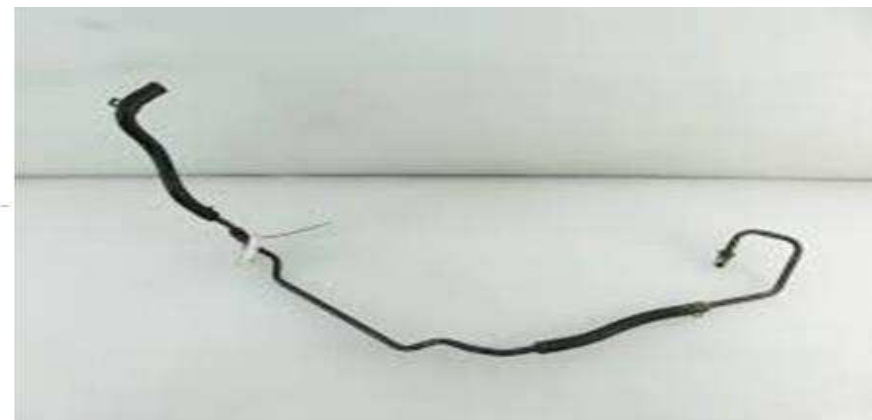


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы силовой цилиндр

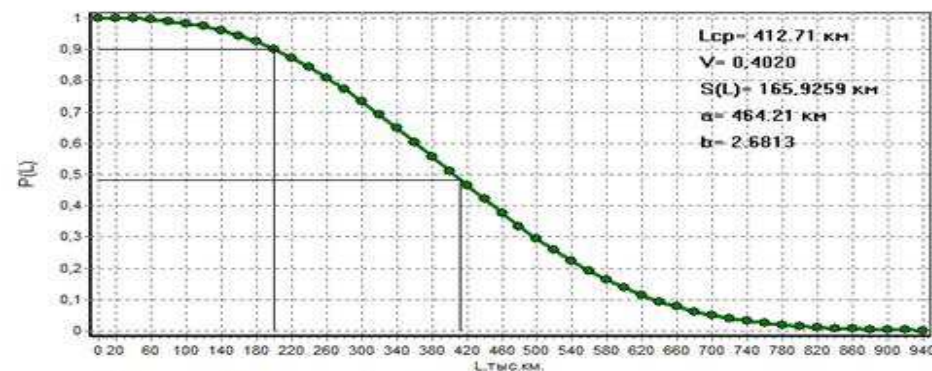


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы наконечника рулевой тяги



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


И.М. Блянкинштейн
подпись

«__» _____ 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**Разработка модели прогнозирования потребности запасных частей и
материалов в системе профилактики**

23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

23.04.03.02 Профилактика, надежность и безопасность на транспорте

Научный руководитель
подпись, дата



профессор,
д-р.техн. наук

Н.Ф. Булгаков

Выпускник
подпись, дата



Д.Е. Талибов

Рецензент
подпись, дата



директор КАТ,
канд. техн. наук

А.Г. Сорокин

Красноярск 2019